

Um panorama da inserção da modelagem matemática na educação matemática brasileira

An overview of the insertion of mathematical modeling in Brazilian mathematical education

Maria Rosana Soares
Sonia Barbosa Camargo Iglioni
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC-SP
Jorge Henrique Gualandi
Instituto Federal do Espírito Santo – IFES
Edvonete Souza de Alencar
Universidade Federal da Grande Dourados- UFGD
São Paulo/SP; Cachoeiro de Itapemirim/ES; Dourados/MS - Brasil

Resumo

Este artigo apresenta um panorama de pesquisas brasileiras da educação matemática, que introduziram a modelagem¹ como objeto de pesquisa, ou de estratégias para o ensino da matemática. Utilizou-se a pesquisa bibliográfica e tomou-se como fontes de coleta de dados: site, dissertações, teses e centro de pesquisa. Pôde-se constatar que foi nas décadas de 1960, no Brasil, e por iniciativas de um pequeno grupo de pesquisadores que foram publicados os primeiros trabalhos sobre a modelagem. Evidenciou-se que esses trabalhos fincaram raízes e consolidaram essa abordagem entre outros seguidores. Destacou-se como importante os reflexos na sala de aula, trazendo como consequência a perspectiva interdisciplinar no ensino da matemática. Entre os precursores citamos: D'Ambrosio, Barreto e Bassanezi.

Palavras-chave: Modelagem Matemática. Precursores e Seguidores. Panorama.

Abstract

This article presents an overview of the research carried out by researchers of Brazilian mathematical education, as an object of research or as strategies on mathematics teaching. We was used bibliographic research procedures taking as sources of data collection: site, dissertations, theses and research center. It could be verified that it was in the 1960s, in Brazil, through the initiatives of a small group of researchers that the first works on modeling were published. It was also evidenced that these works took root in impelling and consolidating this approach among other followers, highlighting the importance of its reflexes in the classroom, as a strategy of teaching, bringing among other consequences the interdisciplinary perspective in the teaching of mathematics. The main precursors were: D'Ambrosio, Barreto e Bassanezi.

Keywords: Mathematical Modeling. Precursors and Followers. Overview.

Introdução

A modelagem matemática, hoje, configura-se como uma importante estratégia de ensino da matemática, em diversos níveis de ensino. Importante, pois por meio dela pode-se realizar a interdisciplinaridade desejada e necessária no século XXI, pode-se despertar o interesse dos estudantes pelos conteúdos matemáticos pois a modelagem atribui significado aos conteúdos e ainda possibilitar uma aprendizagem participativa. Várias pesquisas têm sido realizadas desde as décadas de 1960, havendo hoje um GT na SBEM que se ocupa dessa temática. Por essa razão achamos importante destacar o papel de alguns dos pesquisadores brasileiros para introduzir essa tendência na educação matemática brasileira, revelando a disseminação dos trabalhos iniciais.

Destacar o papel da matemática, na análise de acontecimentos naturais, humanos e sociais desde a Antiguidade é desnecessário, e que essa disciplina influencia, significativamente, o desenvolvimento cognitivo das pessoas, também é desnecessário.

Mesmo assim, a matemática tem sido apresentada em sala de aula e, conseqüentemente, vista por muitos discentes como um conhecimento imutável, inflexível e inalterável. Muitas vezes, o seu ensino se reduz em estímulo à memorização; estudo de propriedades, de técnicas, de definições, de regras, ou seja, esse ensino tem se preocupado apenas com um tratamento mais formal e com frequência desprovido de significado ao aprendiz. Isso pode gerar resistências e inseguranças aos sujeitos, pois vários deles não têm a oportunidade de ter conhecimentos do que a matemática pode oferecer no conhecimento do mundo que vivemos.

A problemática de tomada de decisão entre um ensino formal de conteúdos matemáticos e outro em que haja a atribuição de significado a esses conteúdos tem perpassado as discussões dos educadores matemáticos. A modelagem matemática, como estratégia de ensino, apesar de algumas dificuldades de realização, tem apresentado alguns caminhos, para ela.

Foi com essa perspectiva que educadores matemáticos se interessaram pela investigação de abordagens pedagógicas para o ensino e aprendizagem de matemática que visem a motivar e a desenvolver o espírito crítico, reflexivo e inovador, e a relacionar e a aplicar os conceitos matemáticos (GROENWALD; SILVA;

MORA, 2004). Essas investigações têm trazido resultados e apresentado desafios tanto aos docentes que os colocam em prática quanto aos discentes em suas aprendizagens. Entre tais abordagens pedagógicas pode-se citar a modelagem matemática. Essa abordagem é relativamente “nova” no ensino de matemática brasileiro, e é considerada como um processo que permite transformar problema da realidade em problema matemático (BARBOSA, 2001; BASSANEZI, 2009; SOARES, 2012a, 2012b, 2017).

Nesse contexto, pode-se dizer que, a modelagem matemática “[...] é um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a problematizar e investigar, por meio da matemática, situações com referência na realidade” (BARBOSA, 2003, p. 69, grifos do autor). Ademais, “[...] a Modelagem Matemática utilizada como estratégia de ensino-aprendizagem é um dos caminhos a ser seguido para tornar um curso de matemática, em qualquer nível, mais atraente e agradável” (BASSANEZI, 2009, p. 177). Ela propicia expressar os fenômenos e os problemas reais em modelos matemáticos, desenvolvendo a aprendizagem matemática. Nela, investiga-se e expressa-se parte da realidade por meio de relações matemáticas, explorando as capacidades e os conhecimentos dos estudantes.

Neste artigo, tem-se a intenção de expor um retrospecto histórico da inserção da modelagem matemática na educação matemática brasileira a partir dos principais trabalhos acadêmicos dos precursores da área.

Assim sendo, neste artigo, buscamos responder à seguinte questão: “Quais os principais precursores e seguidores da modelagem matemática na pesquisa e no ensino de matemática no Brasil? Para isso, será tratada da metodologia

Metodologia

Este artigo apresenta, com um objetivo histórico, um panorama das pesquisas realizadas pelos pesquisadores de educação matemática brasileira, que introduziram a temática da modelagem como objeto de pesquisa ou estratégias para o ensino da matemática.

Para tanto, o presente trabalho é de natureza qualitativa e de cunho interpretativo. De acordo com Creswell (2010, 2014):

A **pesquisa qualitativa** começa com pressupostos e o uso de estruturas interpretativas/teóricas que informam o estudo dos problemas da pesquisa,

abordando os significados que os indivíduos ou grupos atribuem a um problema social ou humano. Para estudar esse problema, os pesquisadores qualitativos usam uma abordagem qualitativa da investigação, a coleta de dados em um contexto natural sensível às pessoas e aos lugares em estudo e a análise dos dados que é tanto indutiva quanto dedutiva e estabelece padrões ou temas. O relatório final ou a apresentação incluem as vozes dos participantes, a reflexão do pesquisador, uma descrição complexa e interpretação do problema e a sua contribuição para a literatura ou um chamado à mudança. (CRESWELL, 2014, p. s. 49-50, grifo do autor).

Com esse referencial, o presente artigo faz uso da abordagem descritiva tipo analítica, pois: “As pesquisas deste tipo têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis” (GIL, 2014, p. 28). Uma pesquisa descritiva visa a descobrir, a especificar e a apresentar as particularidades dos fenômenos estudados em uma realidade, a partir de coleta, de registro e de análise de dados realizando as organizações, as distribuições, as relações e as categorizações pertinentes.

Nela, os processos de coleta e de registro dos dados qualitativos envolvem uma pesquisa de natureza bibliográfica, pois: “A pesquisa bibliográfica é aquela que se realiza a partir do registro disponível, decorrente de pesquisas anteriores, em documentos impressos, como livros, artigos, teses etc. Utiliza-se dados ou de categorias teóricas já trabalhados por outros pesquisadores” (SEVERINO, 2007, p. 122) e também “devidamente registrados. Os textos tornam-se fontes dos temas a serem pesquisados. O pesquisador trabalha a partir das contribuições dos autores dos estudos analíticos constantes dos textos” (SEVERINO, 2007, p. 122).

Para a realização do presente artigo, segue-se Marconi e Lakatos (2012, p. 44) que explicam que uma pesquisa bibliográfica pode abranger as seguintes fases: “a) escolha do tema; b) elaboração do plano de trabalho; c) identificação; d) localização; e) compilação; f) fichamento; g) análise e interpretação; h) redação”, uma vez que há vários tipos de fontes bibliográficas. Essas fases de investigação não foram examinadas linearmente, visto que o objeto de estudo do presente artigo já foi estudado e pesquisado anteriormente em virtudes de investigações preliminares das autoras.

Para as análises das dissertações e teses obtidas nas bibliotecas *on-line* como esclarece o Quadro 1, utilizou-se os seguintes critérios, apresentando-os e evidenciando-os:

- a) Autor e ano de publicação;
- b) Instituição;
- c) Cursos, programas e pesquisas acadêmicas de pós-graduação *stricto sensu*;
- d) Orientador e coorientador, quando houver;
- e) Título;
- f) Objetivo;
- g) Síntese das conclusões.

Diante do volume de dados investigados e examinados, a discussão e a análise que serão apresentadas aqui emergiram de dez fontes de bibliotecas *on-line* de pesquisadores ou centro de pesquisa que tratam do início da modelagem na educação matemática brasileira ou das primeiras dissertações e teses envolvendo essa temática, permitindo atingir o objetivo proposto, como mostra o seguinte Quadro 1:

Quadro 1 – Modelagem na educação matemática: fontes de bibliotecas *on-line* de pesquisadores ou centro de pesquisa

Itens	Nomes	Endereços das bibliotecas <i>on-line</i>	Acessos em
1.	BARRETO, Aristides Camargo	Google	5 mar. 2019
2.	BASSANEZI, Rodney Carlos	http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?metodo=apresentar&id=K4787073A6	5 mar. 2019
3.	BORBA, Marcelo de Carvalho	http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4781765U0	6 mar. 2019
4.	BRITO, Marcia Regina Ferreira de	http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4792620D8	6 mar. 2019
5.	CENTRO DE REFERÊNCIA EM MODELAGEM MATEMÁTICA NO ENSINO – CREMM	http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?metodo=apresentar&id=K4787073A6	4 mar. 2019
6.	D'AMBROSIO, Ubiratan	http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4787897U3	5 mar. 2019
7.	FERREIRA, Eduardo Sebastiani	http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4787129E7	5 mar. 2019
8.	MEYER, João Frederico da Costa Azevedo	http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4783805Z4	5 mar. 2019
9.	MORAES, Lafayette de	http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4799906J6	6 mar. 2019
10.	PALADINI, Edson Pacheco	http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?metodo=apresentar&id=K4787760P6	5 mar. 2019

Fonte: Dados da pesquisa.

Com base no Quadro 1, a seguir, serão aclarados os resultados e as análises.

Resultados e análises

A organização do Panorama, resultado da pesquisa que gerou este artigo iniciou-se por um breve reato da situação internacional, destacando principalmente a inserção da modelagem na educação matemática. Destaca-se que esse início se deu de

forma mais concentrada na década de 1960, devido a um movimento denominado “utilitarista” (NISS, 1987). Para esse autor, tal movimento estava voltado para a valorização da aplicação prática dos conhecimentos matemáticos, na ciência e na sociedade. E essa valorização resultou na formação de grupos de pesquisadores sobre o tema.

Nessa mesma década, pesquisadores da Dinamarca e da Holanda iniciaram discussões que fundamentavam a modelagem como ferramenta de ensino. Entre 1960 e 1970, tais discussões foram trazidas para o Brasil por matemáticos brasileiros que participavam de congressos internacionais (BIEMBENGUT, 2009a).

Aristides Camargo Barreto tomou conhecimento do uso da modelagem durante seu curso de Engenharia. Ubiratan D’Ambrosio, por sua vez, se torna professor e pesquisador na *Brown University* em *Providence, Rhode Island*, na *University of Rhode Island* em *Kingston, Rhode Island*, e na *State University of New York* em *Búfalo, New York*. Foi nesse momento que ele tomou ciência do movimento que vinha ocorrendo nos Estados Unidos em relação ao ensino e à aprendizagem de matemática; nessa época, se formava o *Undergraduate Mathematics Application Program – UMAP*, que objetivava preparar os módulos de aprendizagem matemática a partir do uso de temas. Assim, se elegia um tema matemático no qual se preparava um material de apoio didático com as aplicações desse tema em várias áreas do conhecimento, com a finalidade de melhorar a aprendizagem matemática dos estudantes da educação superior favorecendo a introdução da modelagem no cenário brasileiro. Em 1972, D’Ambrosio retorna ao Brasil para atuar nas universidades nacionais, como foi o caso da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Com o apoio da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) e da Organização dos Estados Americanos (OEA), o CREMM (2019) diz que ele teve a oportunidade de implantar as propostas de educação matemática no Brasil semelhantes às que aconteciam em alguns países da Europa e dos Estados Unidos. Entre as propostas implantadas, há a produção de materiais de apoio didático na forma de módulos e a criação de um mestrado que tratasse da área de ensino de ciência e matemática na UNICAMP. Assim, foram elaborados novos materiais de apoio didático sobre os diversos temas matemáticos voltados ao ensino fundamental (CREMM, 2019).

Nessa época, o mestrado, projeto da OEA, contou com as turmas ingressantes em 1975, 1976, 1977 e 1978, no qual cada uma possuía em média 32 estudantes. O curso tinha um modelo semelhante ao da *Universidade de Roskilde*, na Dinamarca, isto é, um modelo interdisciplinar, não linear, visto que o modelo adotado nele originou os trabalhos em modelagem e etnomatemática. Nesse período, vale inferir que D'Ambrosio teve as primeiras pesquisas realizadas com Bassanezi (1977) ao coorientá-lo em sua tese sobre o “Problema de Dirichlet para equação de superfícies mínimas em domínios pseudo-convexos”, com a colaboração de Umberto Massari na UNICAMP (CREMM, 2019).

Na PUC-RIO, Aristides Camargo Barreto orientou duas dissertações tratando da modelagem, sendo a primeira de Wilmer (1976) sobre “Modelos na aprendizagem matemática”, na qual o autor procurou demonstrar que o uso de modelos matemáticos na aprendizagem pôde propiciar a interiorização dos conceitos matemáticos e conjuntamente o que pode ser explorado e abstraído dele. A segunda dissertação foi a de Sanchez (1979) sobre “Estratégia combinada de módulos e modelos matemáticos interdisciplinares para o ensino de 2º grau”, em que buscou encontrar a adequação do material, módulos e modelos como estratégia combinada para o ensino e aprendizagem de matemática.

A inserção da modelagem e seus precursores é atestado assim:

A Modelagem Matemática na educação brasileira tem como referências fundamentais pessoas, no impulso e na consolidação da modelagem na Educação Matemática, tais como: Aristides Camargo Barreto, Ubiratan D'Ambrosio, Rodney Carlos Bassanezi, João Frederico Meyer, Marineuza Gazzetta e Eduardo Sebastiani, que iniciaram um movimento pela modelagem no final dos anos 1970 e início dos anos 1980, conquistando adeptos por todo o Brasil. (BIEMBENGUT, 2009b, p. 1).

Na década de 1970, vale dizer que:

No Brasil, o movimento da Modelagem na Educação Matemática está associado aos trabalhos do grupo de docentes do IMECC/UNICAMP, que nos anos de 1970 utilizava a iniciação científica com os alunos em algumas disciplinas da Matemática Aplicada. Nesse período, os trabalhos buscavam desenvolver uma estratégia de ensino que utilizasse modelos matemáticos como motivação para o estudo de Matemática, os quais eram realizados pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC/RJ), isso feito pelo professor Aristides Camargo Barreto. (FIORENTINI, 1996, não p.).

Na década de 1980 destacam-se o desenvolvimento de dissertações na UNICAMP, por exemplo, Lafayette de Moraes orientou Müller (1986) sobre “Modelos matemáticos no ensino da matemática”. Esse estudo objetivava expor uma estratégia de ensino que privilegiasse a aplicação matemática. Essa estratégia permitia relacionar a matemática com outras disciplinas e com a vida do estudante, baseando na aplicação de modelos matemáticos.

O termo *modelagem matemática* não era abordado nas pesquisas realizadas, contudo, era usado, sobretudo, os termos *modelos* ou *modelos matemáticos*. Essas experiências feitas permitiram aos pesquisadores apresentar a modelagem no ensino como uma abordagem que tornava os estudantes motivados, mobilizados e interessados, descartando constantes e inquietantes perguntas como: “Para que serve isto?” e/ou “Por que estudar isto?”, visto que diante das teorias eles exploravam a criatividade e o espírito crítico.

Ainda na década de 1980, com apoio da OEA e promovido pelo IMECC/UNICAMP, Bassanezi coordenou um curso, com durabilidade de uma semana, para trinta docentes de cálculo diferencial integral (CDI) de várias instituições de ensino superior da região Sul do Brasil. Nesse curso, não havia um método pré-estabelecido e não tinha o objetivo de se utilizar o método tradicional de ensino. Foi proposto que os sujeitos se reunissem por duas horas e apresentassem um problema que envolvesse algum conceito de CDI para ser solucionado. Por conseguinte, a maioria dos problemas propostos era sem criatividade e iguais aos que se apresentavam nos livros textos. Para Bassanezi, essa fase foi árdua para propor a modelagem, essencialmente, na resolução de problemas de biologia aplicados ao CDI, isto é, na biomatemática (CREMM, 2019).

Bassanezi tornou-se um dos precursores da modelagem em educação matemática, como explica Burak (2008):

A introdução da Modelagem Matemática no Brasil deve-se a um grupo de docentes, especialmente, a Ubiratan D’Ambrosio e Rodney Carlos Bassanezi, ambos do Instituto de Matemática, Estatística e Ciências da Computação da Universidade Estadual de Campinas (IMECC/UNICAMP) que difundiram inicialmente sob forma de curso de especialização para docentes, essa alternativa de ensino de Matemática. Em 1983, na Faculdade Estadual de Filosofia, Ciências e Letras de Guarapuava-PR (FAFIG), atual Universidade Estadual Centro-Oeste (UNICENTRO) começou a difusão dessa alternativa para o ensino de Matemática, com cursos de especialização para professores

de Matemática. A forma de trabalho procurava romper com a forma usual de se ensinar matemática, conteúdo teórico e exercícios de aplicação. (BURAK, 2008, p. 2).

Os primeiros trabalhos realizados com a modelagem matemática tiveram por finalidade contribuir com novas práticas educativas nos ensinamentos fundamental e médio que, até então, privilegiavam o uso de algoritmos no desenvolvimento de conceitos matemáticos e o uso abusivo de regras e de memorização, assim como a maneira mecânica e sem a preocupação de apresentar significados aos conceitos matemáticos e/ou relacioná-los com a vida do estudante. Isso levou Bassanezi a orientar pesquisas acadêmicas envolvendo a temática modelagem matemática em programas de pós-graduação *lato sensu* e *stricto sensu*.

Na inserção da modelagem em educação matemática, em programa de pós-graduação *stricto sensu*, Bassanezi orientou sete dissertações e coorientou uma tese de doutorado na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” de Rio Claro (UNESP/RC): orientou Burak (1987), Dolis (1989), Gazzeta (1989), Biembengut (1990), Monteiro (1992), Franchi (1993) e coorientou Barbosa (2001).

Entre as primeiras dissertações relativas à temática de modelagem, Burak (1987) defende a dissertação “Modelagem matemática – uma metodologia alternativa para o curso de matemática na 5ª série”, na qual mostrou um processo de modelagem aplicado no atual 6º ano do ensino fundamental II, que foi aperfeiçoado em sua tese. Dolis (1989) analisou o “Ensino de cálculo e o processo de modelagem”, em que realizou uma abordagem alternativa ao ensino de cálculo na perspectiva da modelagem à formação dos docentes. Ainda, Gazzeta (1989) tratou “A modelagem como estratégia de aprendizagem da matemática em cursos de aperfeiçoamento de professores”, na qual caracterizou um conceito de modelo matemático e de modelagem a partir da literatura científica existente e mostrou uma concepção ao processo de modelagem ao trabalhá-la nessa formação de docentes.

Nessa época, foi inserida a modelagem nos ensinamentos fundamental II e médio:

O trabalho com a Modelagem Matemática, enquanto uma alternativa para o ensino de Matemática no ensino fundamental e médio iniciou-se em 1985 pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, campus de Rio Claro-SP – UNESP/RC. Assim, se optou em apresentar uma proposta para o trabalho com a Modelagem Matemática na 5ª série, hoje 6º ano de ensino, o qual se constatava um ponto de nível de ensino como trabalho de dissertação. (BURAK, 2008, p. 3).

A modelagem começou a se desenvolver por meio de aplicação de trabalhos e projetos em escolas, em faculdades, em universidades e sob a elaboração e apresentação de artigos, monografias, dissertações e teses em eventos, revistas, fóruns e congressos.

Na década de 1990, Bassanezi orientou Biembengut (1990) em sua dissertação “Modelação matemática como método de ensino”, em que analisou a possibilidade de utilizar a modelagem como método de ensino e de aprendizagem de matemática nos atuais ensinamentos fundamental II e médio; orientou Monteiro (1992), em “O ensino da matemática para adultos através do método da modelagem matemática”, com uma reflexão histórica sobre a criação dos cursos supletivos para adultos e uma análise e discussão de um curso de matemática que visa ao exame de suplência. Ainda, ele orientou Franchi (1993) em sua dissertação “Modelagem matemática como estratégia de aprendizagem do cálculo diferencial e integral nos cursos de engenharia”, na qual aplicou uma alternativa pedagógica para auxiliar e contribuir ao ensino de cálculo na educação superior de engenharia.

Nessa época, o professor e pesquisador Eduardo Sebastiani Ferreira orientou Anastácio (1990) em sua dissertação sobre “Considerações sobre a modelagem matemática e a educação matemática”, em que discutiu a trajetória de aproximação da modelagem buscando mostrar de que forma a matemática é concebida e desenvolvida nos processos de ensino e de aprendizagem quando se trabalha com essa estratégia; orientou Correa (1992) em “A modelagem: o texto e a história inspirando estratégias na educação”, na qual buscou compreender e utilizar a modelagem como alternativa metodológica em sala de aula, visto que ambos os trabalhos foram defendidos na UNESP/RC.

Márcia Regina Ferreira de Brito, por sua vez, orientou a primeira tese de doutorado com a temática de modelagem, na UNICAMP, defendida por Burak (1992), “Modelagem matemática: ações e interações no processo de ensino-aprendizagem”, na qual foram discutidos alguns aspectos do ensino de matemática e propôs uma alternativa para esse ensino nos atuais ensinamentos fundamental e médio.

Nesse desenvolvimento da modelagem, Edson Pacheco Paladini foi o orientador, enquanto que, João Frederico da Costa Azevedo Meyer foi o coorientador

de Biembengut (1997) em sua tese “Qualidade no ensino de matemática na engenharia: uma proposta metodológica e curricular” na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), na qual foram analisadas a Gestão da Qualidade, a Modelagem e a História do Ensino de Matemática nas Engenharias do Brasil. Ainda, João Frederico da Costa Azevedo Meyer orientou Caldeira (1998) em sua pesquisa doutoral sobre “Educação matemática e ambiental: um contexto de mudança” na UNICAMP. Essa tese tratou da modelagem na educação matemática e de suas relações interdisciplinares com ênfase em aspectos da educação ambiental em um curso para docentes, os quais reconheceram a necessidade de aprender os conceitos matemáticos à compreensão dos fenômenos ambientais.

Nessa disseminação, na UNESP-RC, Marcelo de Carvalho Borba foi o orientador e Rodney Carlos Bassanezi foi o coorientador da tese de Barbosa (2001) sobre “Modelagem matemática na licenciatura: um estudo sobre as concepções de futuros professores”, investigando as concepções de futuros professores de matemática sobre a modelagem ao terem contato com ela, tendo em vista suas experiências matemáticas e concepções próprias de matemática e ensino. Bassanezi orientou ainda a dissertação de Spina (2002) “Modelagem matemática no processo ensino-aprendizagem do cálculo diferencial e integral para o ensino médio”, mostrando de que modo a modelagem pode ser um eficiente veículo ao trabalhá-la nos conceitos de cálculo diferencial e integral de modo atraente e motivadora. Além do mais, Ubiratan D’Ambrosio orientou uma tese, a de Franchi (2002) sobre “Uma proposta curricular de matemática para cursos de engenharia utilizando modelagem matemática e informática”, investigando, principalmente, as necessidades dos profissionais de engenharia da atualidade, as possibilidades de estruturação de currículo para entender estas necessidades e os objetivos da disciplina de matemática nesses cursos, bem como as formas de trabalho com a disciplina de forma a atingir esses objetivos.

Nesse período, na UNICAMP, João Frederico da Costa Azevedo Meyer, por sua vez, orientou Stahl (2003) em sua tese sobre “O ambiente e a modelagem matemática no ensino de cálculo numérico”, tratando do uso da modelagem aplicada a fenômenos ambientais como meio de transformação de atitudes docentes e discentes nos processos de ensino e de aprendizagem de cálculo numérico. Após três anos, ele orientou Palmieri (2006) referente à “Modelagem matemática: considerações sobre a

visão do estudante em relação à matemática, seu ensino e aprendizagem”, que objetivava verificar se a modelagem é um meio capaz de promover transformações aos estudantes em relação à matemática e ao seu ensino e sua aprendizagem.

Contribuições

Na literatura, há várias pesquisas acadêmicas que contribuíram para introdução da modelagem matemática na educação matemática brasileira como esclarece o seguinte Quadro 2:

Quadro 2 – Contribuições da modelagem na educação matemática: décadas, precursores, instituições e pesquisas acadêmicas

Décadas	Precursos	Instituições	Pesquisas Acadêmicas
1960	Ubiratan D’Ambrosio	Nacionais e internacionais	Estudos e pesquisas diversos
1970	Ubiratan D’Ambrosio	Nacionais e internacionais	Estudos e pesquisas diversos
	Aristides Camargo Barreto	PUC-RJ	Wilmer (1976), Sanchez (1979)
1980	Lafayette de Moraes	UNICAMP	Müller (1986)
	Rodney Carlos Bassanezi	UNESP-RC	Burak (1987), Dolis (1989), Gazzeta (1989)
1990	Rodney Carlos Bassanezi	UNESP/RC	Biembengut (1990), Monteiro (1992), Franchi (1993)
	Eduardo Sebastiani Ferreira	UNESP/RC	Anastácio (1990), Correa (1992)
	Márcia Regina Ferreira de Brito	UNICAMP	Burak (1992)
1990	Edson Pacheco Paladini	UNICAMP	Biembengut (1997)
	João Frederico da Costa Azevedo Meyer	UNICAMP	Biembengut (1997), Caldeira (1998)
2000	Marcelo de Carvalho Borba	UNESP/RC	Barbosa (2001)
	Rodney Carlos Bassanezi	UNESP/RC	Barbosa (2001), Spina (2002)
	Ubiratan D’Ambrosio	UNESP/RC	Franchi (2002)
	João Frederico da Costa Azevedo Meyer	UNICAMP	Stahl (2003)

Fonte: Dados da pesquisa.

A partir do Quadro 2, no desenrolar dos anos e das décadas, os professores e os pesquisadores como, por exemplo, Ubiratan D’Ambrosio, Aristides Camargo Barreto, Rodney Carlos Bassanezi, Lafayette de Moraes, Eduardo Sebastiani Ferreira, Márcia Regina Ferreira de Brito e Marcelo de Carvalho Borba analisaram, aperfeiçoaram, exploraram e aprofundaram suas experiências e práticas pedagógicas, estudos e

pesquisas em diferentes disciplinas e em cursos de graduação e programas de pós-graduação *lato* e *stricto sensu*, e também em eventos nacionais e internacionais. Isso foi concretizado por meio de vários cursos ministrados nas instituições de ensino superior e orientações em iniciações científicas, elaboração de artigos, monografias, dissertações e/ou teses.

A inserção da modelagem no ensino de matemática contribuiu para a consolidação da temática no campo da educação matemática por meio de estudos e de orientações de vários pesquisadores. Assim, com base no Quadro 2, destacam-se os importantes professores e pesquisadores cujos trabalhos são, no momento, referências em modelagem matemática na educação matemática segundo a ordem de sobrenome de autores: Jonei Cerqueira Barbosa, Maria Salett Biembengut, Dionísio Burak e Ademir Donizeti Caldeira. A modelagem se desenvolve, se consolida e se fortifica por meio de seus trabalhos e orientações, e também quando adquire novos docentes e pesquisadores que mostrem seus estudos, explorações e publicações.

Com esses trabalhos desenvolvidos na introdução da modelagem, contribuiu para um momento essencial dessa temática que ocorreu por meio de seu desenvolvimento, por exemplo, quando começaram a serem realizadas pesquisas em nível de doutorado, permitindo a disseminação de vários trabalhos e obras publicadas no século XX. Entre tais divulgações iniciais há livros de Biembengut como “Modelagem matemática & implicações no ensino-aprendizagem de matemática” e outro de Biembengut e Hein, “Modelagem matemática no ensino”. A modelagem matemática, especificamente, se difundiu principalmente por meio de suas orientações em dissertações e teses, e em divulgações de livros escritos inicialmente por Basanezi: “Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia” e de outro livro atual sobre a “Modelagem matemática: teoria e prática”. Tais meios de difusão têm enfoques e perspectivas distintas de modelagem como estratégia de ensino e aprendizagem, os quais têm sido discutidos e analisados, examinando-se em que meio é adequado para serem adotados conforme a realidade e os objetivos dos cursos de educação básica, de graduação e de programas de pós-graduação no país. Consequentemente, estudos realizados e obras publicadas possibilitaram solidificar e fortificar a difusão de monografias, dissertações, teses e artigos produzidos por diversos autores de modelagem matemática.

Considerações Finais

Ao longo do presente artigo, uma questão foi respondida e o objetivo foi atingido ao apresentar e evidenciar um panorama da inserção da modelagem na educação matemática brasileira a partir das iniciais e principais orientações efetivadas em pesquisas acadêmicas, entre as décadas de 1960 a 2000.

A introdução da modelagem foi despertada pelo interesse de professores e de pesquisadores de matemática que estudaram a educação matemática nas últimas décadas no Brasil. Em 1960, a modelagem foi discutida pelos pesquisadores da Dinamarca e da Holanda como ferramenta de ensino. No Brasil, o seu movimento foi impulsionado por meio de trabalhos e de orientações realizadas, principalmente, pelos seguintes pesquisadores: Ubiratan D'Ambrosio em meios nacionais e internacionais (entre 1960 e 1970),- Aristides Camargo Barreto na PUC/RJ (na década de 1970); - Rodney Carlos Bassanezi e Lafayette de Moraes (na década de 1980); - Rodney Carlos Bassanezi, Eduardo Sebastiani Ferreira, Márcia Regina Ferreira de Brito, Edson Pacheco Paladini e João Frederico da Costa Azevedo Meyer (na década de 1990); - Marcelo de Carvalho Borba, Rodney Carlos Bassanezi, Ubiratan D'Ambrosio e João Frederico da Costa Azevedo Meyer (na década de 2000).

Assim sendo, esses pesquisadores contribuem para a discussão sobre o impacto e o desenvolvimento da modelagem matemática nos processos de ensino e de aprendizagem de matemática nos diferentes níveis. Portanto, com as ações desses pesquisadores e de seus seguidores, o ensino de matemática buscou despertar interesses nos estudantes para seu ensino e para sua aprendizagem tornando-os autônomos e criativos, e também visou tornar as aulas dinâmicas e atrativas aos aprendizes. Desse modo, desde 1960, a modelagem matemática se introduz no Brasil a partir de iniciativas de alguns pesquisadores cujos trabalhos foram importantes para impulsionar e consolidar essa abordagem tanto nos estudos e nas pesquisas quanto nas práticas em sala de aula.

O trabalho com a modelagem no ensino da matemática propicia formulação e matematização de problemas da realidade, permitindo trabalhar com problemas extramatemáticos e intramatemáticos. Com isso, a modelagem é uma abordagem metodológica para a elaboração de modelos matemáticos que valoriza as aplicações

dos conceitos matemáticos, a partir do uso de temas, de situações ou de problemas extraídos da realidade.

Referências

ANASTÁCIO, M. Q. A. **Considerações sobre a modelagem matemática e a educação matemática**. 103f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho de Rio Claro, UNESP, Rio Claro-SP, 1990.

BARBOSA, J. C. **Modelagem Matemática: concepções e experiências de futuros professores**. 253 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho de Rio Claro, UNESP, Rio Claro-SP, 2001.

_____. **Modelagem Matemática: concepções e experiências de futuros professores**. 253 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho de Rio Claro, Rio Claro, 2001.

_____. Modelagem matemática na sala de aula. **Perspectiva**, Erechim, v. 27, n. 98, jun. 2003.

BASSANEZI, R. C. **Currículo Lattes**. 2019. Disponível em: <<http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?metodo=apresentar&id=K4787073A6>>. Acesso em: 5 mar. 2019.

_____. **Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática: uma nova estratégia**. 3. ed. São Paulo: Contexto, 2009.

_____. **Problema de Dirichlet para equação de superfícies mínimas em domínios pseudo-convexos**. Tese (Doutorado em Matemática). Faculdade de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Campinas-SP, 1977.

BIEMBENGUT, M. S. **Modelagem Matemática como Método de Ensino e aprendizagem de Matemática em Cursos de 1º e 2º Graus**. 210f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho de Rio Claro, UNESP, Rio Claro-SP, 1990.

_____. **Qualidade no ensino de matemática na engenharia: uma proposta metodológica e curricular**. 175f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Florianópolis, 1997.

_____. **Modelagem matemática: um conceito que pode ajudar o professor**. 14 mar. 2009a. Disponível em: <<http://linguagemmatematica.com/>>. Acesso em: 18 abr. 2015.

_____. 30 anos de modelagem matemática na educação brasileira: das propostas primeiras às propostas atuais. **Alexandria**, Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v. 2, n. 2, p. 7-32, jul. 2009b.

BORBA, M. de C. **Currículo Lattes.** 2019. Disponível em: <<http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4781765U0>>. Acesso em: 6 mar. 2019.

BRITO, M. R. F. de. **Currículo Lattes.** 2019. Disponível em: <<http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4792620D8>>. Acesso em: 6 mar. 2019.

BURAK, D. **Modelagem matemática: experiências vividas.** Universidade Estadual do Centro-Oeste de Guarapuava-PR. Universidade Estadual de Ponta Grossa-PR. 2008.

_____. **Modelagem matemática: uma metodologia alternativa para o curso de matemática na 5ª série.** Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Universidade Estadual Paulista, Júlio de Mesquita Filho de Rio Claro, UNESP, Rio Claro-SP, 1987.

_____. **Modelagem matemática: ações e interações no processo de ensino-aprendizagem.** 460f. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Campinas-SP, 1992.

CALDEIRA, A. D. **Educação matemática e ambiental: um contexto de mudança.** 553f. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Campinas-SP, 1998.

CENTRO DE REFERÊNCIA EM MODELAGEM MATEMÁTICA NO ENSINO – CREMM. 2019. Universidade Regional de Blumenau – FURB. Disponível em: <<http://www.furb.br/cremm/portugues/index.php>>. Acesso em: 4 de mar. 2019.

CORREA, R. A. **A modelagem: o texto e a história inspirando estratégias na educação.** Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho de Rio Claro, UNESP, Rio Claro-SP, 1992.

CRESWELL, J W. **Investigação Qualitativa e Projeto de Pesquisa: escolhendo entre cinco abordagens.** 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014. Tradução de Sandra Mallmann da Rosa.

_____. **Projeto de Pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto.** 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. Tradução de Magda França Lopes.

D'AMBROSIO, U. **Currículo Lattes.** 2019. Disponível em: <<http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4787897U3>>. Acesso de atualização em: 5 mar. 2019.

DOLIS, M. **Ensino de cálculo e o processo de modelagem.** Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho de Rio Claro, UNESP, Rio Claro-SP, 1989.

FERREIRA, E. S. **Currículo Lattes.** 2019. Disponível em: <<http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4787129E7>>. Acesso em: 5 mar. 2019.

FIORENTINI, D. Brazilian research in mathematical modeling. ICME, 1996. INTERNATIONAL CONFERENCE IN MATHEMATICAL EDUCATION GT.1. 8. Sevilha, Espanha, 1996. p. 20.

FRANCHI, R. H. de O. L. **Modelagem matemática como estratégia de aprendizagem do cálculo diferencial e integral nos cursos de engenharia.** Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Universidade Estadual Paulista, Júlio de Mesquita Filho de Rio Claro, UNESP, Rio Claro-SP, 1993.

_____. **Uma proposta curricular de matemática para cursos de engenharia utilizando modelagem matemática e informática.** Tese (Doutorado em Educação Matemática). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho de Rio Claro, UNESP, Rio Claro-SP, 2002.

GAZZETA, M. **A Modelagem como estratégia de aprendizagem da matemática em cursos de aperfeiçoamento de professores.** Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho de Rio Claro, UNESP, Rio Claro-SP, 1989.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** 6. ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2014.

GROENWALD, C. L. O.; SILVA, C. K. da; MORA, C. D. Perspectivas em Educação Matemática. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 6, n. 1, p. 37-55, jan./jun. 2004.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia do trabalho científico: procedimentos básicos; pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos.** 7. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

MEYER, J. F. da C. A. **Currículo Lattes.** 2019. Disponível em: <<http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4783805Z4>>. Acesso em: 5 mar. 2019.

MONTEIRO, A. **O ensino da matemática para adultos através do método da modelagem matemática.** Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho de Rio Claro, UNESP, Rio Claro-SP, 1992.

MORAES, L. de. **Currículo Lattes.** 2019. Disponível em: <<http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4799906J6>>. Acesso em: 6 mar. 2019.

MÜLLER, M. C. **Modelos matemáticos no ensino de matemática**. 130f. Dissertação (Mestrado em Educação). Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Campinas-SP, 1986.

NISS, M. Applications and modeling in the mathematics curriculum: state and trends. **International Journal of Mathematical Education Science and Technology**, v. 18, n. 4, 1987.

PALADINI, E. P. **Currículo Lattes**. 2019. Disponível em: <<http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?metodo=apresentar&id=K4787760P6>>. Acesso de atualização em: 5 mar. 2019.

PALMIERI, P. **Modelagem matemática: considerações sobre a visão do estudante em relação à matemática, seu ensino e aprendizagem**. 245f. Dissertação (Mestrado em Educação). Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Campinas-SP, 2006.

SANCHEZ, J. E. P. **Estratégia combinada de módulos e modelos matemáticos interdisciplinares para o ensino de 2º grau**. 1979. Dissertação (Mestrado em Educação). Pontifícia Universidade Católica de Rio de Janeiro, PUC-RJ, Rio de Janeiro, 1979.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 23. ed. rev. e atual. São Paulo: Cortez, 2007.

SOARES, M. R. **Caderno pedagógico: Modelagem Matemática como estratégia de ensino e aprendizagem: uma perspectiva à luz dos futuros professores de Matemática**. 120 f. Produção Técnica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2012a.

SOARES, M. R. **Modelagem Matemática como estratégia de ensino e aprendizagem: uma perspectiva à luz dos futuros professores de Matemática**. 312 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2012b.

SOARES, M. R. **Um Estado da Arte das Pesquisas Acadêmicas sobre Modelagem em Educação Matemática (de 1979 a 2015) nas Áreas de Educação e de Ensino da Capes: as dimensões fundamentadas e as direções históricas**. 2017. 600f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2017.

SPINA, C. C. **Modelagem matemática no processo ensino-aprendizagem do cálculo diferencial e integral para o ensino médio**. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Universidade Estadual Paulista, Júlio de Mesquita Filho de Rio Claro, UNESP, Rio Claro-SP, 2002.

STAHL, N. S. P. **O ambiente e a modelagem matemática no ensino de cálculo numérico**. 193f. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Campinas-SP, 2003.

WILMER, C. B. **Modelos na aprendizagem matemática**. 118f. Dissertação (Mestrado em Matemática). Pontifícia Universidade Católica de Rio de Janeiro, PUC-RJ, Rio de Janeiro, 1976.

Nota

ⁱ Para evitar repetições textuais, usaremos indistintamente os termos modelagem matemática e modelagem.

Sobre os autores

Maria Rosana Soares

Possui doutorado em Educação Matemática pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC/SP) (2017) e mestrado profissional em Ensino de Ciência e Tecnologia pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná de Ponta Grossa (UTFPR/PG) (2012). Tem duas especializações (lato sensu): Instrumentalização para o Ensino de Matemática pela UTFPR de Cornélio Procópio (UTFPR/CP) (2007) e Educação Profissional Integrada a Educação Básica na Modalidade Educação de Jovens e Adultos (UTFPR/CP) (2010). Orcid: <http://orcid.org/0000-0002-5669-5126> E-mail: maryrosanasoares@gmail.com

Sonia Barbosa Camargo Iglioni

Doutora em matemática pela PUC-SP na área de Análise Funcional, tendo sido orientada por Domingos Pisaneli. De 1995 a 1996 realizou, com apoio da CAPES, estágio pós doutoral na Université Paris VII, França. O estágio desenvolveu-se por meio de pesquisa em Didática da Análise com a supervisão de Michèle Artigue. É professora titular do Departamento de Matemática da PUC-SP. Durante os anos de 2000 a 2010 elaborou material didático, para as disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral e Análise Real, destinado ao curso de Licenciatura em Matemática na modalidade EAD. É professora permanente do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática da PUC-SP, tendo sido coordenadora desse Programa nos períodos de 1995 a 2005, e de 2011-2013. Orcid: <http://orcid.org/0000-0002-6354-3032>
E-mail: soniaigliori@gmail.com

Jorge Henrique Gualandi

Possui Habilitação profissional em Magistério pela Escola de 2º Grau Dr "Rage Miguel, graduação em Licenciatura em Matemática pela FAFILE/UEMG - Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Carangola/ Universidade do Estado de Minas Gerais, especialização em Matemática e Estatística pela Universidade Federal de Lavras - UFLA, especialização em Metodologia do Ensino da Matemática, pela AVM-Faculdades Integradas - RJ, Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática pela PUC-MG e Doutorado em Educação Matemática pela PUC-SP . Atualmente é professor do Ifes -

Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Cachoeiro de Itapemirim. Professor credenciado do Programa de Pós-Graduação em Ensino, Educação Básica e Formação de Professores da Universidade Federal do Espírito Santo - UFES - campus de Alegre.

Orcid: <http://orcid.org/0000-0002-0302-7650> E-mail: jhgualandi@gmail.com

Edvonete Souza de Alencar

Doutora em Educação Matemática pela PUC-SP (2016). Mestre em Educação Matemática pela Universidade Bandeirante de São Paulo (2012) e licenciada em Pedagogia pela Universidade Braz Cubas (2005) e em Matemática pela Universidade Metropolitana de Santos (2013). Atualmente é Professora Adjunta do Magistério Superior na Universidade Federal de Grande Dourados-UFGD - no departamento de Educação - FAED. É professora permanente do Programa de Mestrado Educação Científica e Matemática.

Orcid: <http://orcid.org/0000-0002-5813-8702> E-mail: edvonete.s.alencar@hotmail.com

Recebido em: 17/10/2019

Aceito para publicação em: 25/11/2019