

**Focos da pesquisa *stricto sensu* em Modelagem Matemática na
Educação Matemática brasileira: considerações e reflexões**
**Research focus *stricto sensu* of the Mathematical Modeling in Brazilian
Mathematics Education: considerations and reflections**

CARLA MELLI TAMBARUSSI¹
TIAGO EMANUEL KLÜBER²

Resumo

*Esse trabalho, por intermédio de uma pesquisa denominada “Estado da Arte”, evidenciou num primeiro momento os focos das dissertações e teses de Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática de 1989 a 2011. Para o levantamento das pesquisas, utilizamo-nos do Banco de Teses da CAPES e detectamos setenta e seis trabalhos a partir dos termos “Modelagem Matemática” e “Educação Matemática”, os quais foram analisados e categorizados, segundo as suas próprias informações. Num segundo momento, no sentido de transcender o trabalho inicial de cunho mais descritivo, estabelecemos a seguinte interrogação: **O que revelam os focos das pesquisas em Modelagem Matemática na Educação Matemática?** Buscando responder a este questionamento, ao longo do artigo, discutimos as seis categorias nas quais os focos das pesquisas ficaram organizados à luz da teoria existente acerca do tema.*

Palavras-chave: *Revisão Bibliográfica; Pesquisa Educacional; Ensino de Ciências e Matemática.*

Abstract

*This essay, through a research called "State of the Art", showed at first moment the focus of dissertations and thesis of Mathematical Modeling in Mathematics Education on the period between 1989 and 2011. To survey the research we use ourselves thesis bases of the CAPES and detected seventy-six researches from the terms "Mathematical Modeling" and "Mathematics Education", which were analyzed and categorized according to their own information. On second step, in order to transcend the initial study of a more descriptive way we established the following question: **What show the main focus of research in mathematical modeling in Mathematics Education?** Seeking to answer this question, along the article, we discussed the six categories in which the focus of the research will be organized in the light of existing theory about the topic.*

Keywords: *Literature Review; Educational Research; Teaching of science and mathematics.*

¹ Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Educação, PPGGE, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Unioeste, Cascavel - carlatambarussi@hotmail.com

² Professor Adjunto na Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Colegiado de Matemática - tiagokluber@gmail.com

Introdução

A Modelagem Matemática³ na Educação Matemática é de acordo com Klüber (2010) uma prática educativa relativamente recente no país, cerca de três décadas. Apesar dessa recente história, ela é um tema recorrente nos principais eventos da área da Educação Matemática, tais como: Encontro Nacional de Educação Matemática – ENEM e Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática – SIPEM. Apresenta ainda um evento específico, denominado Conferência Nacional de Modelagem na Educação Matemática – CNMEM, que em 2013 realizou a sua oitava edição. Esse breve relato destaca a importância da Modelagem Matemática como uma das principais tendências⁴ no contexto da Educação Matemática.

Frente ao exposto, considerando a relevância da Modelagem Matemática no cenário educacional e científico brasileiro realizamos a seguinte investigação: “*Modelagem Matemática na Educação Matemática: O que se tem pesquisado?*” pautada na descrição dos focos das dissertações e teses⁵ produzidas no Brasil no período de 1989 a 2011 (TAMBARUSSI; KLÜBER, 2013). Esta deu suporte para o que apresentamos neste artigo em que buscamos responder a interrogação: **O que revelam os focos das pesquisas em Modelagem Matemática na Educação?** As características da pesquisa se aproximam daquilo que Ferreira (2002) nomeia como “Estado da Arte”. De acordo com o autor, essas pesquisas são realizadas em diferentes áreas, uma vez que permitem um avanço na compreensão interna e a reorientação de alguns aspectos, além de fortalecerem aqueles identificados como promissores.

A título de exemplo, podemos destacar o trabalho de Santana e Lima (2011), no qual buscavam responder quais encaminhamentos estavam sendo elaborados para a pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil. Nesse mesmo sentido, Romanowski e Ens (2006) realizaram um trabalho que tinha como objetivo levantar os temas mais focalizados nas pesquisas em Educação, como eles têm sido abordados e quais as principais metodologias empregadas. Teixeira e Neto (2012) desenvolveram um trabalho no qual

³Para fins textuais utilizaremos apenas a expressão Modelagem Matemática para nos referirmos à Modelagem Matemática na Educação Matemática.

⁴ Ressaltamos que quando nos referimos à Modelagem Matemática no âmbito da Educação Matemática como uma tendência, não a entendemos como algo passageiro. Mas sim, como “um movimento efetivo daquilo que tem permanecido enquanto e como alguns modos de se pensar e fazer Educação Matemática em nosso país e também em outras partes do mundo” (KLÜBER, 2012, p. 33).

⁵As referências das dissertações e teses estão disponíveis no seguinte trabalho: TAMBARUSSI, C.M.; KLÜBER, T.E. (2013). Modelagem Matemática na Educação Matemática: O que se tem pesquisado? In: Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática, 8, 2013. Santa Maria. *Anais...* Santa Maria: Centro Universitário Franciscano, 2013. v.1, p. 1-15.

pretendiam mapear a produção acadêmica em nível de mestrado e doutorado no Ensino de Biologia no Brasil. Todos esses trabalhos foram desenvolvidos em diferentes níveis de aprofundamento, expressando a importância da realização de investigações que retomam as trajetórias de outras pesquisas que foram efetuadas em suas respectivas áreas.

Mais especificamente, no âmbito da pesquisa em Modelagem Matemática na Educação Matemática, que é o nosso foco, podemos citar o trabalho de Silva e Klüber (2012) que buscava responder ao seguinte questionamento: “*Em que níveis de ensino estão focadas as pesquisas brasileiras sobre Modelagem Matemática na Educação Matemática e o que isso revela?*” (p. 231). Nessa investigação destacaram que poucas são as pesquisas em Modelagem Matemática que se direcionam às séries iniciais, ou seja, ao primeiro momento da Educação Básica e apontaram para a presença de investimento de pesquisas dirigidas a este nível.

Ainda, no que diz respeito à pesquisa em Modelagem com a característica de mapeamento podemos citar o trabalho de Silveira (2007), no qual o autor efetua um levantamento até o ano de 2005 das dissertações e teses de Modelagem Matemática, produzidas no Brasil. Ao abordar esse trabalho, Klüber (2012) relata que

[...] o foco se dá de maneira mais quantitativa e evidencia elementos dessa produção, assim, como, caracteriza os principais orientadores em Modelagem e lugares em que está sendo produzida. Por adotar esse tipo de abordagem não são aprofundados elementos que compõem ou dizem respeito à Modelagem, como por exemplo, sob que bases epistemológicas e filosóficas elas estão sendo desenvolvidas (p. 36).

O nosso trabalho se diferencia de Silveira (2007), salvaguardadas as suas particularidades, no sentido de que, além de efetuarmos uma descrição dos focos das dissertações e teses em Modelagem Matemática, interpretamos de maneira qualitativa esses significados para a pesquisa em Modelagem Matemática.

Os trabalhos citados anteriormente expressam, para cada tema focalizado, a possibilidade de avançar nas pesquisas, ou seja, olhar para assuntos que ainda não foram abordados, ou até mesmo aprofundar determinadas investigações que já foram iniciadas. Geertz *apud* Laperrière (2010, p. 418) enfatiza que “*uma pesquisa se baseia em outras, não no sentido de que ela retoma a análise do ponto já atingido, mas sim no de que, sendo mais bem documentada e conceituada, ela explora o mesmo assunto de uma forma mais aprofundada*”. Essa citação ainda indica o modo como nos dirigimos aos trabalhos.

Com vistas a propor um diálogo com a Modelagem Matemática, que é a nossa área de estudo, descrevemos na próxima seção algumas das concepções existentes acerca dessa tendência em Educação Matemática. Organizamos, assim, este artigo sob a seguinte estrutura: Alguns modos de se conceber a Modelagem Matemática; Procedimentos: Coleta e Análise; Descrições das categorias e Interpretações e Reflexões.

1. Alguns modos de se conceber a Modelagem Matemática

A questão de pesquisa posta nos conduz a interpretar os focos das pesquisas em Modelagem Matemática no âmbito da Educação Matemática. Frente a isso, admitimos a relevância de explicitar algumas das concepções existentes acerca do tema, com o intuito de situar o nosso diálogo com a área de estudo.

Conforme já explicitamos, a Modelagem Matemática, na perspectiva da Educação Matemática, é uma prática educativa relativamente recente no Brasil. Essa tendência é considerada uma área ainda em expansão, mas que já se constitui em um importante foco de discussão e pesquisa. Nesse sentido, Burak (2010, p. 36) afirma que

A modelagem matemática continua a angariar adeptos pelas suas possibilidades metodológicas, pela visão ampla que proporciona em relação a um assunto, pela visão de totalidade, por envolver de forma natural e indissociável o ensino e a pesquisa e pela possibilidade de, por meio dela, almejar-se um dos principais objetivos da educação: o desenvolvimento da autonomia do educando.

Contudo, se questionarmos o que é a Modelagem Matemática, certamente não obteremos uma resposta unívoca, haja vista que ela se apresenta sob diversas maneiras de ser concebida. Nesse contexto, Meyer, Caldeira e Malheiros (2011, p. 79) acrescentam que *“pequenas sutilezas fazem com que as definições de Modelagem adotadas por diferentes pesquisadores apresentem aspectos diferenciados”*. Dentre as distintas concepções que evidenciam essas “pequenas sutilezas”, destacamos algumas das ideias defendidas por Barbosa (2001), Bassanezi (2002), Biembengut (1999) e Burak (2010) no que se refere a Modelagem Matemática na Educação Matemática, situando o debate.

Para Barbosa a Modelagem Matemática é entendida como um ambiente de aprendizagem, no qual os alunos questionam situações da realidade, por meio da Matemática sem procedimentos pré-determinados pelo professor. Já na concepção de Burak, a Modelagem é concebida como uma metodologia para o ensino e aprendizagem da Matemática, na qual são estabelecidos alguns encaminhamentos, que possam viabilizar a inserção dessa tendência em sala de aula.

Diferentemente das concepções de Barbosa e Burak, destacam-se as ideias defendidas por Bassanezi e Biembengut, haja vista que, na visão dos autores a Modelagem Matemática é um processo que envolve, necessariamente, a obtenção de um modelo, cuja origem está diretamente ligada ao campo da Matemática Aplicada.

Essas diferentes maneiras de se conceber a Modelagem cumprem, no escopo deste texto, a função de abrirem espaço para que afirmemos, em consonância com Bicudo e Klüber (2011, p. 906) *“que ela é uma área em consolidação no âmbito da Educação Matemática”*. Além disso, Meyer, Caldeira e Malheiros (2011, p. 81) afirmam que *“nesse cenário de perspectivas diferenciadas, uma variedade de temas têm sido pesquisados, assim como suportes teóricos de naturezas distintas são utilizados para o embasamento dos estudos”*.

Uma vez explicitados alguns aspectos referentes à diversidade de concepções ou perspectivas de Modelagem, os quais justificam o nosso problema de pesquisa, passamos à descrição dos procedimentos de coleta e análise.

2. Procedimentos: coleta e análise

Conforme já mencionamos, neste artigo buscamos responder a interrogação: **O que revelam os focos das pesquisas em Modelagem Matemática na Educação?** Que se diferencia daquela estabelecida em Tambarussi e Klüber (2013), principalmente pela profundidade das interpretações explicitadas. No entanto, consideramos pertinente reproduzir, em certo sentido, os procedimentos adotados e descritos no referido artigo, com vistas a explicitar os aspectos metodológicos adotados nessa investigação.

Naquele momento, buscávamos esclarecer a variedade de temas desenvolvidos nas pesquisas em Modelagem. Para respondermos as questões: **Sob o enfoque da Educação Matemática, que focos se mostram nas pesquisas de Modelagem Matemática desenvolvidas em dissertações e teses, a partir dos seus resumos? O que eles revelam?** utilizamo-nos do Banco de Teses da Capes⁶, disponível em plataforma eletrônica, no qual pesquisamos por resumos de dissertações e teses que tivessem em comum os termos “Modelagem Matemática” e “Educação Matemática”. Nesse sentido, salvaguardadas as suas proporções, conforme já mencionamos, efetuamos uma pesquisa denominada “Estado da Arte”, que segundo Ferreira (2002, p. 258) “é definida como de caráter bibliográfico”, e busca

⁶ Banco de Teses da Capes, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Disponível em: <http://www.capes.gov.br/servicos/banco-de-teses>

[...] responder que aspectos e dimensões vêm sendo destacados e privilegiados em diferentes épocas e lugares, de que formas e em que condições têm sido produzidas certas dissertações de mestrado, teses de doutorado, publicações em periódicos e comunicações em anais de congressos e seminários.

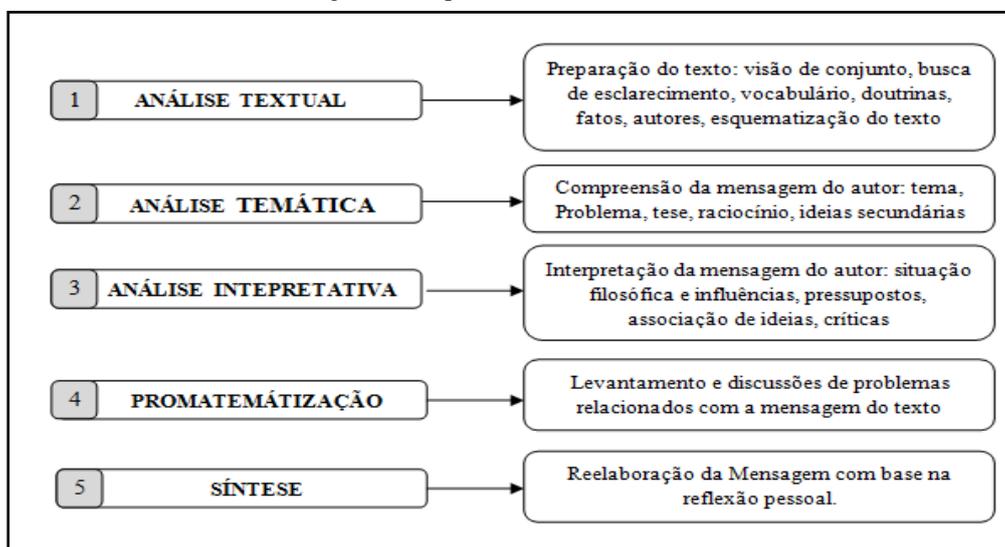
Frente a essa afirmação, consideramos possível realizar um trabalho com essas características. Uma vez que intencionávamos levantar dados que contribuíssem para o estabelecimento dos principais focos de pesquisa que têm sido desenvolvidos nos trabalhos de Modelagem Matemática, quando esta é observada sob o enfoque da Educação Matemática.

Além da possibilidade de identificar o que tem sido pesquisado em Modelagem, este trabalho, por ter a característica de “Estado da Arte”, pode segundo Romanowski e Ens (2006, p. 39) “*significar uma contribuição importante na constituição do campo teórico da área de conhecimento*”, no nosso caso a Modelagem Matemática. Haja vista que de acordo com esses mesmos autores, essas pesquisas procuram apontar as restrições sobre o campo pesquisado, as suas lacunas de disseminação e também contribuir para que novos temas de investigação sejam desenvolvidos.

Diante do exposto, mapeamos, no Banco de Teses da Capes, setenta e seis trabalhos, produzidos no período de 1989 a 2011. Destes, cinquenta correspondem a dissertações de mestrado acadêmico, dezesseis de mestrado profissional e dez correspondem a trabalhos desenvolvidos em nível de doutorado.

Após a identificação das dissertações e teses, passamos ao processo de leitura e análise do material coletado. O modo pelo qual empreendemos essa leitura se assemelha ao processo descrito por (SEVERINO, 2007, p. 64), que pode ser visualizado na figura 1.

Figura 1: Esquema de leitura analítica.



Fonte: Severino (2007, p.64)

A partir deste entendimento efetuamos a primeira leitura dos resumos desses trabalhos com o objetivo de conhecer, mesmo que superficialmente, os assuntos abordados por eles.

Posteriormente, passamos à segunda leitura desses resumos. Porém, desta vez buscamos identificar os focos de pesquisa de cada um desses trabalhos. Visando uma futura categorização dos dados, decidimos a partir desse momento, utilizarmos o *software* de análise qualitativa, denominado *Atlas ti*. Este de acordo com Walter e Bach (2009), ajuda a organizar, registrar e possibilita o acompanhamento dos registros efetuados pelo pesquisador. O *software* apresenta segundo esses autores algumas características principais, que parafraseamos no quadro 1.

Quadro 1: Principais Elementos do *Atlas ti*.

ELEMENTOS	DESCRIÇÃO
Unidade Hermenêutica (<i>Hermeneutic unit</i>)	Gerencia a estrutura de dados para cada projeto do <i>software</i> ;
Documentos primários (<i>primary documents</i>)	Geralmente são entrevistas, notas de campos salvas dentro do Atlas na Unidade Hermenêutica;
Citações (<i>quotes</i>)	Trechos relevantes destacados nos documentos primários;
Códigos (<i>codes</i>)	São os conceitos gerados pela interpretação do pesquisador de modo livre ou referentes as citações;
Notas de análise (<i>memos</i>)	Registro de <i>insights</i> e interpretações do pesquisador durante o processo de análise dos dados;
Esquemas gráficos (<i>netview</i>)	Representações gráficas das associações entre os códigos e citações;
Comentários (<i>comment</i>)	Podem ser utilizados em todos os elementos citados anteriormente. Visa registrar informações que os pesquisadores considerem importantes durante a análise.

Aproveitando as possibilidades ofertadas pelo *software*, ao mesmo tempo em que líamos pela segunda vez os resumos dos trabalhos, destacávamos os focos das pesquisas (*quotes*). Além disso, visando um aprofundamento na análise dos dados registramos outras citações, tais como: 1) o ano da pesquisa; 2) o programa de pós-graduação (Educação, Educação Matemática, entre outros) no qual cada trabalho foi desenvolvido; 3) a instituição; 4) o nível (mestrado ou doutorado); 5) o orientador; 6) o público alvo; 7) a metodologia e 8) a teoria empregada nos trabalhos. Esses dados oportunizaram uma compreensão mais ampla do contexto em que foram realizadas as pesquisas e por isso influenciam diretamente nas interpretações que apresentamos à frente.

Após a identificação desses aspectos das pesquisas, passamos ao processo de categorização, a partir do qual estabelecemos seis categorias segundo as informações que emergiram dos próprios dados, sendo elas: C1 – Aplicação da Modelagem

Matemática em diferentes perspectivas; C2 – Aprendizagens no contexto da Modelagem Matemática; C3 – Mapeamento da utilização da Modelagem Matemática; C4 – Modelagem e conteúdo matemático; C5 – Modelagem Matemática e aspectos teóricos, filosóficos e epistemológicos; C6 – A formação de professores e a Modelagem Matemática.

Com o objetivo de organizar o trabalho realizado, apresentamos, no quadro 2, as seis categorias resultantes do processo de análise dos focos, uma síntese do que cada uma delas relata, bem como a quantidade de trabalhos associados a cada categoria.

Quadro 2: Categorias e suas descrições.

CATEGORIAS	SÍNTESE	Qtd
C1- Aplicação da Modelagem Matemática em diferentes perspectivas	Nesta categoria enquadram-se os trabalhos que tiveram como foco de pesquisa os diferentes modos de aplicação da Modelagem Matemática em distintas perspectivas.	19
C2- Aprendizagens no contexto da Modelagem Matemática	Esta categoria apresenta os trabalhos que buscavam identificar os diferentes tipos de aprendizagens que podem ser desenvolvidas com os alunos, quando estes estão envolvidos em atividades de Modelagem Matemática.	11
C3 – Mapeamento da Utilização da Modelagem Matemática	Esta categoria caracteriza-se por agrupar aqueles trabalhos que se dedicaram a fazer um mapeamento da utilização e dos principais focos de pesquisa da Modelagem Matemática.	3
C4 – Modelagem e conteúdo matemático	A categoria relata a abordagem de conteúdos matemáticos por intermédio da Modelagem Matemática como estratégia de ensino.	7
C5 – Modelagem Matemática e aspectos teóricos, filosóficos e epistemológicos	Nesta categoria encontram-se os trabalhos que relacionaram a Modelagem Matemática com outras teorias e também aqueles que estudaram os seus aspectos filosóficos e epistemológicos.	17
C6 – A formação de professores e a Modelagem Matemática	Os trabalhos que se enquadram nesta categoria relatam como os professores e futuros professores interagem com a Modelagem Matemática em cursos de formação.	15

Estas categorias foram apresentadas e descritas em Tambarussi e Klüber (2013). Porém, ainda careciam de maiores explicitações e aprofundamentos. Desse modo, nos dedicamos ao diálogo com literaturas que permitissem avançar na compreensão dos significados dessas categorias para a pesquisa em Modelagem Matemática na Educação Matemática.

3. Descrição das categorias e interpretações

A descrição das categorias e as interpretações visam esclarecer a interrogação assumida como orientadora da pesquisa: **O que revelam os focos das pesquisas em Modelagem Matemática na Educação?** Nessa perspectiva, apresentamos um detalhamento dessas categorias e articulamos as interpretações à literatura concernente à pesquisa em Modelagem Matemática.

Na categoria **C1 – Aplicação da Modelagem Matemática em diferentes perspectivas**, conforme podemos observar no quadro 2, concentra-se a maioria dos trabalhos mapeados. Essa característica vai ao encontro dos trabalhos realizados por Araújo (2009) e Bicudo e Klüber (2011) nos quais afirmam que pesquisas com o enfoque na aplicação da Modelagem são as mais recorrentes na área de estudo.

Tendo como referência os trabalhos mapeados, essa categoria apresenta alguns dos diferentes modos de aplicação da Modelagem Matemática em diferentes perspectivas, tais como: método de ensino, estratégia de ensino e aprendizagem, ambiente de aprendizagem. Frente a isso podemos discutir aspectos concernentes à utilização da Modelagem em suas distintas concepções.

Ao optar por alguma perspectiva da Modelagem Matemática estamos, de certo modo, explicitando a nossa forma de conceber essa tendência e, conseqüentemente, isso irá se refletir na nossa prática e, também, no desdobramento da pesquisa em Modelagem Matemática. Nesse sentido, a seguir, buscamos apresentar as diferentes maneiras de se conceber a Modelagem Matemática utilizadas na categoria **C1**.

Quando utiliza-se a Modelagem Matemática como método de ensino, assume-se, explícita ou implicitamente, a concepção de Burak. Para o autor essa tendência em Educação Matemática é *“um conjunto de procedimentos cujo objetivo é construir um paralelo para tentar explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer predições e a tomar decisões”* (BURAK, 1992, p. 62).

A Modelagem Matemática enquanto estratégia de ensino e aprendizagem é, segundo Klüber (2012, p. 213) *“uma explicação, uma ressalva para a utilização da Modelagem Matemática no âmbito da Educação, inclusive recebendo o nome de modelação”*. O autor acrescenta, ainda, que *“[...] num sentido um pouco distinto, Bassanezi ainda defende que a Modelagem é uma estratégia de intervenção sobre a realidade, por meio do processo de criação de modelos”*.

Ao assumir a Modelagem Matemática na concepção de Barbosa, isto é, como um ambiente de aprendizagem, convida-se os alunos a investigar, questionar através da Matemática situações oriundas de outras áreas da realidade. Nesse sentido, o autor afirma que

[...] o ambiente de Modelagem está associado à problematização e investigação. O primeiro refere-se ao ato de criar perguntas e/ou problemas enquanto que o segundo, à busca, seleção, organização e manipulação de informações e reflexões sobre elas. Ambas atividades não são separadas, mas articuladas no processo de envolvimento dos alunos para abordar a atividade proposta. Nela, podem-se levantar questões e realizar investigações que atingem o âmbito do conhecimento reflexivo (BARBOSA, 2004, p. 3).

Em suma, a presença e a manifestação de diferentes concepções de Modelagem Matemática, nas dissertações e tese, revelam o movimento de apologia a cada uma das concepções. Em outras palavras, a prática de Modelagem Matemática pode não ter o mesmo significado uma vez que as concepções são distintas, porém engendram o mesmo objetivo.

Além de terem sido desenvolvidas em diferentes perspectivas, essas pesquisas foram realizadas em distintos níveis e modalidades de ensino, como a Educação Básica, Ensino Superior, Educação de Jovens e Adultos (EJA) e Ensino Profissionalizante.

No decorrer da categorização revelou-se que os trabalhos cujo foco está centrado na aplicação da Modelagem Matemática em sala de aula têm sido desenvolvidos, quase que de forma constante, nas pesquisas em Modelagem Matemática. Essa conclusão é possível quando focalizamos nossa atenção para o ano em que os trabalhos mapeados foram realizados.

A título de exemplo, esta categoria contém pesquisas do ano de 1992. Isso mostra que uma das primeiras preocupações, ou mesmo curiosidade, era verificar como se daria a aplicação da Modelagem Matemática em sala de aula. Sobre a afirmação feita, a respeito da constante reedição de pesquisas com esse foco em teses e dissertações, ela pôde ser observada ainda nos trabalhos mapeados, uma vez que a partir do ano de 2003 até o ano de 2011, não houve interrupções em pesquisas que apresentavam a característica enfatizada nessa categoria.

O fato de pesquisas com o enfoque na aplicação da Modelagem Matemática serem objetos recorrentes de estudo, permite que efetuemos o seguinte questionamento: Qual(is) o(s) motivo(s) para tal recorrência? Klüber e Burak (2012) afirmam que essa característica das pesquisas pode *“indicar a iniciação à pesquisa no assunto, por*

peças que ainda não tenham desenvolvido pesquisa” (p. 480). Outra explicação para o grande número de pesquisas com o enfoque na aplicação da Modelagem se dá, “pelo perfil dos orientadores que ainda são epistemológica e metodologicamente orientados pelas aplicações de matemática, sem diálogo intenso com teorias da Educação e Educação Matemática” (p. 481).

Vale acrescentar que essa recorrência, em pesquisas cuja característica comum é a aplicação da Modelagem Matemática, pode ser explicada, também, pelo fato de se referir à uma prática de sala de aula e isso tende a contribuir para que o primeiro momento da pesquisa se origine na própria prática. Nesse sentido, Mirian Warde (1990) ao comentar sobre a pesquisa em Educação esclarece que

[...] apesar dos esforços em superar a visão estreitamente técnica e administrativa que herdamos dos intelectuais-dirigentes escolanovistas, mantemos em nossa área uma tônica técnico-administrativa, de um tal jeito que parece-nos estar sempre produzindo com vistas à aplicabilidade (p. 72).

Em certo sentido essa afirmação pode ser transferida para a pesquisa em Modelagem Matemática, indicando que há de se ter um esforço para distinguir a ação prática da ação da própria pesquisa.

A categoria **C2 – Aprendizagens no contexto da Modelagem Matemática** é composta por onze trabalhos e caracteriza-se por relatar os diferentes tipos de aprendizagens que podem ocorrer em seu âmbito, tais como: o desenvolvimento do pensamento reflexivo, a participação dos alunos nas discussões que ocorrem em um ambiente de Modelagem Matemática, o crescimento político dos alunos, e como os alunos utilizam o conhecimento matemático em situações de Modelagem.

Nessa categoria, assim como na categoria **C1**, revela-se, uma diversidade no que diz respeito aos níveis e modalidades de ensino enfocados em cada pesquisa mapeada, uma vez que os trabalhos foram desenvolvidos em turmas do Ensino Fundamental, Médio, Superior e também na Educação de Jovens e Adultos (EJA).

Dos trabalhos por nós mapeados, o primeiro que representa a categoria **C2** corresponde ao ano de 2002, os demais se referem aos anos de 2004, 2005, 2007 e 2010. Essa identificação revela uma mudança de foco nas pesquisas em Modelagem Matemática na Educação Matemática, ou seja, passou-se a olhar no interior das aplicações, para aspectos não contemplados em outras investigações. Essa mudança pode ser interpretada na articulação daquilo que se manifestou, observando a aplicação da Modelagem Matemática em sala de aula, sob a diversidade de aspectos que podem ser

abordados em uma atividade de Modelagem.

Na categoria **C3 – Mapeamento da utilização da Modelagem Matemática** há o menor número de pesquisas categorizadas, apenas três. Nela encontra-se o trabalho que se dedicou a mapear as ações educacionais que se utilizaram da Modelagem Matemática no ensino catarinense. Bem como, aquele que mapeou os principais focos das pesquisas, em nível de mestrado e doutorado, desenvolvidas em Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática até o ano de 2005. E, também, o trabalho que tinha como objetivo organizar um acervo teórico sobre as diversas tendências que caracterizam a Modelagem Matemática.

Os trabalhos agrupados nesta categoria referem-se aos anos de 2005, 2007 e 2011, o que mostra que pesquisas com essas características além de poucas, são recentes. Revela-se, nesse contexto, que a área tem se atentado para aspectos internos que por mais de duas décadas ficaram sem reflexão sistemática, mesmo que existam, nos demais trabalhos algumas revisões endógenas.

Guardadas as devidas proporções no que tange as pesquisas citadas, Niss (2001) afirma que metaestudos acerca da Modelagem Matemática no âmbito da Educação Matemática devem ser realizados para o fortalecimento da área de estudo.

Essa afirmação do autor, ressalta a importância de se realizar metaestudos, dentre eles destacamos aqueles com a característica de mapeamento, para a comunidade de Modelagem Matemática. Isso se deve, em parte, ao enfoque dessas pesquisas, haja vista que elas olham para aquilo que tem sido pesquisado na área, de tal modo que buscam explicitar as principais temáticas abordadas, os temas que podem ser aprofundados e, aqueles que ainda não foram contemplados. Esse tipo de investigação pode, por um lado, evitar repetições nos temas investigados. E, por outro, solicitar aprofundamento em pesquisas que parecem repetitivas, mas que podem indicar outros caminhos.

A categoria, **C4 – Modelagem e conteúdo matemático**, abrange os trabalhos desenvolvidos nos anos de 2000, 2002, 2004, 2009, 2010 e 2011. Os trabalhos pertencentes a esta categoria, dedicaram-se a abordar alguns conteúdos matemáticos por intermédio da Modelagem Matemática, esta utilizada, exclusivamente, quando é enunciada como estratégia para o processo de ensino e de aprendizagem.

Ressaltamos que a concepção adotada reflete no modo como efetuamos a prática e a própria pesquisa em Modelagem Matemática. Em outras palavras, isso significa que, ao se assumir a Modelagem Matemática como estratégia, busca-se uma adequação aos currículos, aos programas e aos conteúdos matemáticos previstos por séries.

Ainda no que se refere às demais características dos trabalhos que compõem essa categoria, revelou-se, durante o processo de categorização, uma variedade no que diz respeito aos conteúdos. Eles são abordados no tocante aos tópicos de cálculo diferencial e integral, geometria euclidiana, equações diferenciais ordinárias, matemática discreta, funções e equações em geral.

A variedade dos conteúdos pode ser explicada pelo fato de o público alvo dessas pesquisas, também, ser bastante diferenciado, uma vez que, os trabalhos que constituem essa categoria foram realizados com alunos do Ensino Fundamental, Médio e Superior. Essa categoria revela, semelhantemente à categoria **C2**, o foco em aspectos pontuais, porém que dizem de conteúdos, no âmbito das investigações em Modelagem. Ela possui proximidade com a categoria **C1** que se refere às aplicações. No entanto, avança e se diferencia, por que não permanece apenas no âmbito da aplicação ou testagem, mas indica a busca por compreender aspectos pertinentes aos conteúdos específicos, abordados por meio da Modelagem.

Dezesseis trabalhos mapeados puderam ser organizados na categoria **C5 – Modelagem Matemática e aspectos teóricos, filosóficos e epistemológicos**. Nesta concentram-se aqueles trabalhos que buscam relatar pesquisas de Modelagem Matemática em conjunto com outras teorias, tais como: 1) a teoria da socialização do conhecimento de Vygotsky; 2) a aprendizagem significativa crítica; 3) a transposição didática; 4) os mapas conceituais; 5) a produção de sentidos; 6) a teoria das representações semióticas. Esta categoria foi estabelecida pelos trabalhos que se dedicaram a estudar como a criatividade e a realidade são tratadas em atividades de Modelagem Matemática, bem como aqueles que tiveram como enfoque o estudo dos aspectos filosóficos e epistemológicos presentes na Modelagem Matemática.

No que diz respeito ao período no qual esses trabalhos foram desenvolvidos, um deles é do ano de 1989 (a pesquisa mais antiga por nós mapeada), os demais trabalhos correspondem aos anos de 2007, 2008, 2010 e 2011. Essa manifestação nos permite afirmar que pesquisas que abordam aspectos teóricos, filosóficos e epistemológicos foram retomadas recentemente. Esse fato expressa que a área, ultimamente, voltou-se para a necessidade de teorização, conforme indicava Barbosa (2001).

Com o objetivo de explicitar os motivos que contribuem para que as pesquisas relacionem a Modelagem Matemática com outras teorias, Klüber e Burak (2012, p. 482) afirmam que *“buscar articulações com outras teorias significa buscar relações coerentes, formas de unir duas teorias, duas tendências e procurar respostas que*

ofereçam sentido e coerência ao fazer Modelagem”. Ao relacionar a Modelagem Matemática com outras teorias, de acordo com os mesmos autores, busca-se, “*uma maior compreensão de como isso se conduz no interior de uma prática de Modelagem [...]*”. Além disso, o fato de se trabalhar a Modelagem Matemática em conjunto com diferentes teorias pode, de certa forma, evidenciar “*a falta de alguns elementos no âmbito da própria Modelagem, no tocante ao ensino e à aprendizagem de conteúdos matemáticos*” (p. 482).

Já na categoria **C6 – A formação de professores e a Modelagem Matemática**, apresentam-se aqueles trabalhos que buscaram investigar as impressões, experiências, tensões, concepções de professores e futuros professores de Matemática envolvidos com Modelagem Matemática. Essas investigações foram realizadas enquanto os sujeitos das pesquisas participavam de cursos de formação inicial ou continuada na modalidade presencial ou na modalidade Educação a Distância (EaD). Também compõem essa categoria os trabalhos que visavam analisar se os professores se apropriam da Modelagem Matemática no processo de ensino e aprendizagem da Matemática, bem como, a pesquisa que objetivava estabelecer um sistema de ensino à distância de Modelagem Matemática para professores e futuros professores da disciplina. As pesquisas dessa categoria referem-se aos anos de 2001, 2005, 2008, 2009, 2010 e 2011. A distribuição temporal das pesquisas evidencia que a preocupação em se estudar a Modelagem Matemática e a Formação de Professores, se deu muito após a ênfase na formação do professor de um modo geral, haja vista que, de acordo com Bicudo (2003) essa ênfase se inicia a partir da década de 1980, “*como um movimento que se segue ao da descoberta do papel da escola como aparelho do Estado e do ensino, como ação que reproduz conhecimentos*” (p. 23). Essa categoria aponta, também, que inicialmente o interesse daqueles que optavam por trabalhar com a Modelagem Matemática, estava voltado em inserir essa tendência no contexto educacional, tendo em vista o potencial atribuído à Modelagem Matemática no que se refere a diversidade metodológica.

Contudo, inserir a Modelagem Matemática sem um investimento na formação do professor pode, de certo modo, contribuir para que ela, quando inserida em sala de aula, não se diferencie da prática enraizada nas escolas, na qual os alunos foram acostumados a receber o conteúdo matemático como algo fragmentado e, que não possua nenhuma relação com o seu cotidiano. E ainda corre-se o risco de reforçar a prática do professor sem um pleno alcance das potencialidades da Modelagem Matemática.

Desse modo, essa categoria revela uma preocupação relacionada à formação do

professor e à Modelagem Matemática e, indica para uma mudança de perfil da área, tendo em vista o seu crescimento e divulgação no que diz respeito aos cursos de licenciatura e às atividades de formação continuada.

Reflexões

A investigação realizada nos dá suporte para a compreensão daquilo que tem sido pesquisado em Modelagem Matemática no âmbito da Educação Matemática e não apenas para nós, mas, também, para os interessados na comunidade. As interpretações aqui realizadas, permitem esclarecer a interrogação: **O que revelam os focos das pesquisas em Modelagem Matemática na Educação?**

Além de indicar os focos mais recorrentes nas pesquisas de Modelagem Matemática, a categorização ensejou uma reflexão sobre alguns dos caminhos que são percorridos no campo de estudo. Nesse sentido, Barbosa (2001) elencou algumas questões que não haviam sido contempladas nas pesquisas em Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática.

Dentre as questões elencadas pelo autor naquele período, muitas já foram temas de pesquisas como se pode compreender desde a categorização que apresentamos. No entanto, outras interrogações ainda não foram abordadas em investigações de Modelagem Matemática, tais como: *“Como os programas de formação em Modelagem influenciam as práticas dos professores?”* (BARBOSA, p. 11). Isso coloca em destaque a necessidade de se efetuarem pesquisas com essa temática.

Ainda no que diz respeito à formação de professores, desvelou-se que pesquisas com esse enfoque são recentes, sendo destacadas, mais intensivamente, a partir do ano de 2005, pois como se pôde observar, dentre os trabalhos mapeados, o primeiro a ser desenvolvido com esse enfoque foi realizado no ano de 2001. Interpretamos que há, portanto, um movimento que se volta de modo mais sistemático sobre as relações entre a Modelagem Matemática e Formação de Professores de Matemática.

Outro aspecto relevante no que diz respeito às temáticas das pesquisas em Modelagem Matemática, são aquelas que buscam relacionar essa tendência e os anos iniciais da vida escolar. Essa constatação vai ao encontro do que afirmam Silva e Klüber (2012) quando relatam que pesquisas com esse caráter poderiam estar sendo discutidas, mas que ainda não tinham sido registradas no Banco de Teses da Capes, até 2010, último ano do

estudo por eles realizado. Mesmo levando em consideração essa possibilidade, há, segundo os mesmos autores, “*uma escassez de produções nesta área*”.

Poucas, também, são as pesquisas em nível de mestrado e doutorado que se dedicam a estudar aspectos filosóficos e epistemológicos da Modelagem Matemática, bem como aquelas que possuem característica de mapeamento. Devido ao fato de a área ser relativamente nova, consideramos aceitável que o número de investigações, como as que definimos nas categorias **C3** e **C5**, seja relativamente menor que nas demais. Contudo, elas indicam a busca por um amadurecimento da área. Em outras palavras, busca olhar para si mesma, o que não poderia ter corrido inicialmente. Em suma, é razoável afirmar que a comunidade se encaminha para um fortalecimento desde a compreensão de seus modos de pesquisar a partir de sua produção em dissertações e teses.

4. Referências

ARAÚJO, J.L. (2009). Pesquisas sobre Modelagem em eventos científicos recentes de educação matemática no Brasil. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 4., 2009, Taguatinga. *Anais...* Taguatinga: UCB, 2009. p. 1-14.

BARBOSA, J.C. (2001). Modelagem na Educação Matemática: Contribuições para o debate teórico. In: Reunião Anual da ANPED, 24, 2001. Caxambu. *Anais...* Caxambu: ANPED.

BARBOSA, J.C. (2004). Modelagem Matemática: O que é? Por que? Como? In *Veritati*. n. 4, 73-80.

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

BICUDO, M.A.V. (2003). A formação do professor: um olhar fenomenológico. In: _____. (org.). *Formação de Professores? Da incerteza à compreensão*. Bauru: EDUSC, 19-46.

_____.; KLÜBER, T.E. (2011). Pesquisa em Modelagem Matemática no Brasil: a caminho de uma metacompreensão. In *Cadernos de Pesquisa*. São Paulo. v. 41. n. 144, 904-927.

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

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

_____. (2010) Uma perspectiva de modelagem matemática para o ensino e a aprendizagem da matemática. In *Modelagem Matemática uma perspectiva para a Educação Básica*. Ponta Grossa: Editora UEPG, 15-38.

- _____. (2010). Uma perspectiva de modelagem matemática para o ensino e a aprendizagem da matemática. In BRANDT, C.F.; _____.; KLÜBER, T.E. *Modelagem Matemática uma perspectiva para a Educação Básica*. Ponta Grossa: Editora UEPG, 15-38
- FERREIRA, N.S.A. (2002). As pesquisas denominadas “Estado da Arte”. In *Educação & Sociedade*. Campinas. a. XXIII. n. 79, 257-272.
- KLÜBER, T. E. (2010). Modelagem Matemática: revisitando aspectos que justificam a sua utilização no ensino. In *Modelagem Matemática uma perspectiva para a Educação Básica*. Ponta Grossa: Editora UEPG, 97-114.
- _____. (2012). *Uma metacompreensão da Modelagem Matemática na Educação Matemática*. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Centro de Ciências Físicas e Matemática, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- _____.; BURAK, D. (2012). Sobre os objetivos, objetos e problemas da pesquisa brasileira em Modelagem Matemática na Educação Matemática. In *Práxis Educativa*. Ponta Grossa. v. 7. n. 2, 467-488.
- LAPERRIÈRE, A. (2010). A indução analítica. In: POUPART, J. (org). *A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos*. Trad. Ana Cristina Nasser. 2ª Edição. Petrópolis, RJ: Vozes, 410-436.
- MEYER, J.F.C.A; CALDEIRA, A.D; MALHEIROS, A.P.S. (2011). *Modelagem em Educação Matemática*. Belo Horizonte: Autêntica.
- NISS, M. (2001). Issues and problems of research on the teaching and learning of applications and modelling. In MATOS, J. F.; BLUM, W.; HOUSTON, S. K.; CARREIRA, S. P. (Eds.). *Modelling and mathematics education – ICTMA 9: applications in science and technology*. Chichester: Horwood Publishing, 72-88.
- ROMANOWSKI, J.P; ENS, R. T. (2006). As pesquisas denominadas do tipo “Estado da Arte” em Educação. In *Revista Diálogo Educacional*. Curitiba (PUC/PR). v. 6. n. 19, 37-50.
- SANTANA, J.R.M; LIMA, E.B. (2011). Pesquisa em Ensino de Ciências na atualidade: um breve estado da arte de 1990 a 2010. In V Colóquio Internacional de Educação e Contemporaneidade, 5, 2011, São Cristóvão. *Anais...* São Cristóvão.
- SEVERINO, A.J. (2007). *Metodologia do trabalho científico*. 23ª Edição. São Paulo: Cortez, 2007.
- SILVA, V.S; KLÜBER, T.E. (2012). Modelagem Matemática nos anos iniciais do ensino fundamental: uma investigação imperativa. In *Revista Eletrônica de Educação*. São Carlos. v. 6. n. 2, 228-249.
- SILVEIRA, E. (2007). Modelagem Matemática em Educação no Brasil: entendendo o Universo de Teses e Dissertações. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- TAMBARUSSI, C.M; KLÜBER, T.E. (2013). Modelagem Matemática na Educação Matemática: O que se tem pesquisado? In: Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática, 8, 2013. Santa Maria. *Anais...* Santa Maria: Centro Universitário Franciscano, 2013. v.1, p. 1-15.

TEIXEIRA, P.M.M; NETO, J.M. (2012). O estado da arte da pesquisa em ensino de Biologia no Brasil: um panorama baseado na análise de dissertações e tese. In *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. v. 11. n. 2, 273-297.

WALTER, S.A; BACH, T.M. (2009). Adeus papel, marca-textos, tesoura e cola: Inovando o processo de análise de conteúdo por meio do Atlas. In *Seminários de Empreendedorismo e Educação*, 12, 2009. São Paulo. *Anais...* São Paulo: USP.

WARDE, M.J. (1990). O Papel da pesquisa na pós-graduação em educação. In *Cadernos de Pesquisa*. São Paulo. n. 73, 67-75.

Recebido: 20/09/2013

Aceito: 08/02/2014