
EDITORIAL

Jonei Cerqueira Barbosa
Editor Convidado

A conclusão deste número temático do BOLEMA levou-me a refletir sobre o movimento de modelagem matemática na Educação Matemática, do qual tenho participado nos últimos anos. Desdobram-se, na minha memória, diversos momentos desde que, como pesquisador iniciante, tentava familiarizar-me com o tema. O leitor notará que, por vezes, falarei simplesmente *modelagem* para designar a expressão *modelagem matemática*, a fim de evitar repetições necessárias.

Ano de 1998. É o início de meus estudos de pós-graduação *stricto sensu* no Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da UNESP (*campus* de Rio Claro). Tinha decidido investigar a modelagem matemática e procurava levantar os estudos da área para, apropriadamente, definir e circunscrever o projeto pesquisa.

Naquela época, não havia muitos estudos sobre modelagem publicados em periódicos. A produção brasileira sobre o tema concentrava-se em dissertações de Mestrado e teses de Doutorado, em sua maioria, defendidas na própria UNESP, como inventariado por Fiorentini (1996). As Conferências Internacionais sobre o Ensino de Modelagem Matemática e Aplicações (tradução de *International Conferences on the Teaching of Mathematical Modelling and Applications*) já ocorriam desde 1983, em âmbito internacional, porém com pouca inserção de brasileiros.

Passados 14 anos, a pesquisa sobre modelagem matemática se expandiu e se fortaleceu de tal forma que podemos claramente falar em *modelagem matemática na perspectiva da Educação Matemática* (BARBOSA, 2001). Isto significa que se consolidou a ideia de que há uma análise particular a ser realizada sobre a ótica do campo de estudo denominado Educação Matemática, a qual procura ser específica (não devo dizer disjunta) em relação à análise levada à cabo por outras áreas, tal como a Matemática Aplicada. Este reconhecimento parece bem posto no nome do evento que vem sendo organizado desde 1999, a Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática

(CNMEM). No seio da própria Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM), desde 2001, também vem funcionando um Grupo de Trabalho (GT) sobre Modelagem Matemática, o que sugere o reconhecimento da visibilidade desta área de estudo na Educação Matemática.

Como pesquisador da área, pude testemunhar, no decorrer dos últimos quatorze anos, um número maior de pesquisadores se aglutinando nas CNMEM e nas reuniões do GT de Modelagem Matemática da SBEM, o que resultou em uma maior presença de relatórios de pesquisa sobre o tema publicados em periódicos da área de Educação Matemática. Esta interlocução também levou à organização de dois livros (BARBOSA; CALDEIRA; ARAÚJO, 2007; ALMEIDA; ARAÚJO; BISOGNIN, 2011) e um número temático do periódico *Alexandria – Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, no ano de 2009, em que a comunidade de pesquisadores sobre o tema compartilharam resultados de estudos.

A realização de eventos e publicações próprias podem ser vistas como a especialização de uma área de estudo na Educação Matemática. Uso a expressão *área de estudo*, aqui, de modo intuitivo, sem maiores filiações teóricas. É possível identificar as marcas da pesquisa em modelagem matemática não somente no tema focalizado, mas, também, por uma rede de pesquisadores que desenvolvem contínua interlocução, seja nos espaços institucionais consolidados mencionados acima ou em outros, sobre resultados de pesquisas.

Por certo, a decisão do BOLEMA em organizar o número temático sobre modelagem matemática reflete a visibilidade desta área de estudo, bem como a existência de uma massa crítica capaz de dar conta do empreendimento. A expressão *massa crítica*, aqui, é usada de forma análoga àquela dada nos debates científicos, para se referir a uma quantidade satisfatória de pesquisadores/pensadores que sustentam uma área de estudo. Em dois recentes artigos que fazem um balanço sobre a pesquisa em modelagem matemática no país (ARAÚJO, 2010; BARBOSA, 2007), os autores apresentam análises de estudos brasileiros recentes sobre modelagem, sugerindo, por assim dizer, esta massa crítica da área.

Quando fui convidado pelo Editor do BOLEMA, Prof. Dr. Antônio Vicente Marafioti Garnica, para editar este número temático, imediatamente aceitei, mesmo sabendo do grande desafio. Veio-me à cabeça um livro que tinha acabado de ler. Seu título era *One World – a global anthology of short stories* e era composto por histórias contadas por escritores de diferentes partes do mundo (Chimamanda Adichie, Jhumpa Lahiri e outros vinte e um autores);

portanto, diferentes experiências, diferentes perspectivas. Esta leitura, naquele momento, estava tendo um tremendo impacto sobre mim, pois, as narrativas mostravam que os elos entre os humanos se dão mais por suas diferenças do que pelas suas similaridades. Elas capturavam um espectro de questões e maneiras de ver, porém re-unidas no interesse uno pela humanidade. O propósito de um número temático sobre modelagem matemática é análogo; é uma iniciativa para socializar diferentes questões, diferentes modos de ver. É um dossiê de relatórios de pesquisas produzidos por diferentes pesquisadores, conectados no interesse de melhor entender isto que nos re-une constantemente: a compreensão da modelagem matemática na Educação Matemática.

Este número temático apresenta diferentes vozes que circulam no debate científico da modelagem matemática. Ao navegar pelos artigos, o leitor poderá ganhar uma visão panorâmica, ainda que parcial, da agenda e de resultados recentes de pesquisas sobre modelagem matemática, em particular daquelas desenvolvidas no Brasil.

Para os envolvidos diretamente no processo de organização do número temático – editor convidado, autores e pareceristas – o mérito não se restringe ao resultado, mas ao processo de revisão dos artigos propostos. Cada artigo, em geral, passou, pelo menos, por três rodadas de revisões, o que implicou em intensa interlocução científica entre os envolvidos. Fiquei responsável, como editor convidado para este número do *BOLEMA*, pela coordenação dos trabalhos de revisão dos artigos submetidos, exceto aquele de que sou co-autor, o qual ficou sob a responsabilidade do Prof. Vicente Garnica. Pode-se, portanto, dizer que este número temático é, também, a materialização de um rico debate científico que se iniciou em 2009, quando da submissão dos artigos. Se é verdade que este número temático oferece uma fonte rica de consulta, é também verídico que o processo de sua organização foi, para os envolvidos, ainda mais rico.

Os artigos do número especial podem ser agrupados em três blocos, nomeados do seguinte modo: (1) perspectivas para a modelagem; (2) modelagem e os alunos; (3) modelagem e os professores. Estou ciente que toda categorização é, também, uma simplificação (e corremos este risco), porém ela é útil para olharmos transversalmente para os artigos e tentarmos globalizar seus resultados.

O tema (1), perspectivas para a modelagem, refere-se aos estudos cujos resultados, de algum modo, nutrem a conceitualização da modelagem e a pesquisa sobre ela. Originalmente, a palavra perspectiva vem do latim tardio *perspectivus*, que quer dizer a arte de representar os objetos sobre um plano, tais como se

apresentam à vista (CUNHA, 1989). Analogamente, os artigos deste bloco compartilham diferentes visões, gestadas de diferentes lugares, sobre o objeto de estudo modelagem matemática.

Os dois primeiros artigos deste número temático – *Mathematics as discourse*, de autoria de Ole Skovsmose, e *Uma Interpretação Epistemológica do Processo de Modelagem Matemática*, de autoria de José Carlos Cifuentes e Leônia Gabardo Negrelli – são resultados de estudos teórico-filosóficos. Os autores, em ambos os artigos, desafiam a ideia de o modelo matemático ser uma descrição da *realidade*. Ole Skovsmose desenvolve o argumento de que a modelagem, em vez de *representar* a realidade, a *re-presenta*, o que reflete a instância discursiva de sua análise. Para o autor, a realidade modelada é criada no próprio processo de modelagem matemática, levando-o a caracterizar a modelagem como uma atividade performativa (em vez de descritiva). José Carlos Cifuentes e Leônia Gabardo Negrelli, por sua vez, refletindo a instância realista crítica em que se situam, também desafiam a ideia de modelagem como descrição da realidade, introduzindo o que os autores chamam de *pseudo-realidade* entre a realidade (inicial) e o modelo matemático. Os autores desenvolvem o argumento de que a matemática já intervém na construção da pseudo-realidade e é esta que, ao fim, é modelada. Portanto, ambos os artigos, de diferentes instâncias teórico-filosóficas, problematizam a conceitualização simplificada de modelagem em termos de alguma relação entre *realidade* e matemática, oferecendo novos entendimentos para a comunidade.

Na sequência, o(a) leitor(a) encontrará os artigos de autoria de Cíntia da Silva e Lilian Akemi Kato, intitulado *Quais Elementos Caracterizam uma Atividade de Modelagem Matemática na Perspectiva Sociocrítica?*, e de Jussara de Loiola Araújo, intitulado *Ser crítico em projetos de modelagem em uma perspectiva crítica de educação matemática*. Ambos os estudos são de natureza empírica, mas oferecem elementos para a perspectiva sociocrítica da modelagem. Em termos gerais, esta perspectiva pode ser vista em termos da preocupação em tematizar, em sala de aula, a natureza dos modelos matemáticos e seus usos na sociedade (BARBOSA, 2001). No primeiro artigo, as autoras fazem uma análise de literatura para levantar os elementos que caracterizam um ambiente de modelagem matemática. Após sistematização através de quatro categorias, as autoras as utilizam para analisar os relatos de experiências publicados nos Anais de uma edição da CNMEM. Já no segundo artigo mencionado, a autora analisa um grupo de alunos desenvolvendo um projeto de modelagem matemática na perspectiva crítica da educação matemática. Os

resultados apontam que o entendimento de que *ser crítico* por parte dos alunos pode se referir à crítica social mais geral, podendo inclusive, para isto, fazerem uso de certezas matemáticas, o que, segundo a autora, afasta-se dos propósitos de uma educação matemática crítica. Portanto, são estudos que oferecem evidências de que a perspectiva sociocrítica (ou, se o leitor preferir, modelagem na perspectiva da educação matemática crítica) pode ser gestada de diferentes modos na prática pedagógica, podendo mesmo afastar-se de sua conceitualização teórica. Como implicação, precisamos melhor compreender a gestão de sala de aula em termos desta perspectiva. Em termos micro-sociais, o que significa desenvolver modelagem em sala de aula na perspectiva sociocrítica? Ambos os estudos trazem elementos para esta questão e sugerem possibilidades de novas investigações.

Ainda, no bloco (1), há dois artigos que se debruçam sobre a pesquisa em modelagem matemática: *Pesquisas em Modelagem Matemática e diferentes tendências em Educação e em Educação Matemática*, de Ana Paula dos Santos Malheiros, e *Sobre a Pesquisa Qualitativa na Modelagem Matemática em Educação Matemática*, de Tiago Emmanuel Klüber e Dionísio Burak. No primeiro artigo, a autora desenvolve uma revisão de literatura, alinhando as relações entre a modelagem matemática e outras tendências da Educação e da Educação Matemática. Em particular, mostra como perspectivas mais gerais, tais como a Educação Matemática Crítica e a Interdisciplinaridade, repercutiram nas conceitualizações construídas na área de modelagem. Por sua vez, no segundo artigo, os autores analisam fenomenologicamente a pesquisa qualitativa em pesquisas sobre modelagem matemática. Para isto, tomam, como *corpus*, os artigos publicados no âmbito de GT de Modelagem Matemática, nos Anais do III Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática (SIPEM). A análise oferece elementos aos pesquisadores para refletirem sobre o rigor de seus procedimentos metodológicos. Ambos sintetizam resultados meta-analíticos que podem servir ao propósito de potencializar a teorização e o rigor nas pesquisas da área de modelagem.

Os artigos do bloco (1) ilustram o debate em três importantes eixos de investigação na área de modelagem. O primeiro deles refere-se à reflexão teórico-filosófica, onde se pode articular entendimentos próprios sobre o que é isto que chamamos modelagem matemática, cujas argumentações podem se nutrir de perspectivas que já circulam no campo da Filosofia, da Sociologia, Linguística etc. O segundo eixo refere-se ao refinamento das perspectivas de modelagem através de estudos empíricos. No caso deste número temático, ambos os artigos

mencionados focalizaram o que se reconhece como perspectiva sociocrítica. Porém, ao mesmo passo, instaura-se a necessidade de estudos empíricos que permitam um refinamento da teorização de outras perspectivas correntes na área. E, por fim, identificamos meta-estudos que analisam as pesquisas sobre modelagem. Tal como ilustrado, a identificação das interfaces teóricas e os métodos e procedimentos metodológicos adotados em estudos de modelagem podem ajudar a própria área a se mover para novos patamares de rigor.

O bloco (2), nomeado aqui de *modelagem e os alunos*, inclui quatro artigos. De modo geral, são pesquisas que realizaram uma análise sobre as ações dos alunos no ambiente de modelagem. Tomemos o termo *ações* no sentido mais amplo possível, abrangendo, inclusive, ações de pensamento. Isto não quer dizer que outros atores, como os próprios professores, não sejam considerados na análise, mas, sim, que o foco privilegiado recai prioritariamente sobre os alunos.

Para falar sobre este tema, inicio por citar o artigo de Lourdes Maria Werle de Almeida e Bárbara Nivalda Palharini, intitulado *Os “Mundos da Matemática” em Atividades de Modelagem Matemática*. Nele, as autoras focalizam o pensamento matemático de alunos no ambiente de modelagem. Utilizando o modelo teórico dos três mundos da matemática, posto tal como elaborado por David Tall, as autoras mostram que a modelagem matemática pode oportunizar que os alunos se movam entre os três mundos de modo não-linear.

Na sequência, Leandro do Nascimento Diniz e Marcelo de Carvalho Borba, com o artigo intitulado *Leitura e Interpretação de “Dados Prontos” em um Ambiente de Modelagem e Tecnologias Digitais*, faz uma análise da presença de dados prontos no ambiente de modelagem matemática. Por dados prontos, os autores entendem aqueles que são coletados na Internet já relativa/devidamente organizados. Os autores mostram que, mesmo assim, dados desta natureza, apresentados pelos alunos, podem provocar re-interpretações em sala de aula. Este caso dá subsídios aos autores para refinar uma matriz teórica em que relacionam modelagem matemática e tecnologias de informação e comunicação (TIC).

Por sua vez, o artigo de Rodrigo Dalla Vecchia e Marcus Vinícius Maltempi, intitulado *Modelagem Matemática e Tecnologias de Informação e Comunicação – a realidade do mundo cibernético como um vetor de virtualização*, focaliza a realidade cibernética no fazer da modelagem matemática. Este artigo poderia estar bem situado no bloco (1), o das perspectivas

para a modelagem, porém o enquadrei neste tema por suas contribuições para uma compreensão do ambiente de modelagem em que os alunos lidam no/com o ambiente cibernético. Os autores problematizam a inserção de TIC no ambiente de modelagem, reconceitualizando a realidade cibernética modelada pelos alunos, com inspiração em aportes teóricos de Pierre Lévy.

A seguir, temos um artigo de autoria de Thaine Souza Santana e Jonei Cerqueira Barbosa, intitulado *A Intervenção do Professor em um Ambiente de Modelagem Matemática e a Regulação da Produção Discursiva dos Alunos*. Os autores fazem uma análise sociológica, baseada em construtos da teoria dos códigos de Basil Bernstein, sobre como os discursos do professor podem regular a produção discursiva dos alunos. Os autores identificaram dois tipos de discursos dos professores que operam regulativamente sobre os discursos dos alunos: o discurso procedimental e o discurso silenciador. Os autores analisam como estes discursos repercutem sobre as ações dos alunos, o que sugere a demanda por novos estudos sobre a regulação no ambiente de modelagem.

Se olharmos transversalmente para os quatro artigos do bloco (2), é possível notarmos diferentes maneiras de agendar as ações dos alunos. De um modo de vista cognitivista, os resultados apontam as repercussões do fazer modelagem matemática no pensamento matemático dos alunos. Estes resultados são importantes para melhor compreendermos a aprendizagem matemática (seja lá o que entendemos por isto) no ambiente de modelagem. Já de uma determinada perspectiva sociológica, o foco é colocado na regulação dos discursos dos alunos pelos professores, o que nos leva a ver *aprendizagem* como um processo *regulativo*. E, por fim, há dois artigos que focalizam particularmente a natureza das ações dos alunos em ambiente de modelagem com TIC. Eles sugerem que a introdução das TIC provocam rearranjos no ambiente de modelagem, bem como a necessidade de novas conceitualizações. Os quatro artigos refletem, por assim dizer, diferentes enfoques sobre as ações dos alunos no ambiente de modelagem, abrindo, inclusive, novas possibilidades de investigações, em termos de foco de pesquisa, bem como de enquadramentos teóricos.

O terceiro bloco de artigos refere-se à relação entre modelagem e os professores. Como sugerido pelos autores dos três artigos que compõem este bloco, a implementação da modelagem nas práticas pedagógicas perpassa, por assim dizer, as percepções e decisões tomadas pelos professores. Esta constatação instaura a necessidade de analisarmos, com mais detalhamento, as experiências dos professores em modelagem em suas salas de aula, bem como os processos de formação inicial e continuada, a fim de apoiá-los em seus

exercícios profissionais.

Os autores Everaldo Silveira e Ademir Donizeti Caldeira, no artigo intitulado *Modelagem na Sala de Aula: resistências e obstáculos*, apresentam uma análise das resistências e dos obstáculos relatados por professores egressos de cursos de formação sobre modelagem. Para tal, os autores realizaram uma análise de dados secundários documentados em dissertações e teses sobre o tema, selecionados entre aquelas publicadas no período de 1976 a 2005. A síntese apresentada pelos autores serve ao propósito de identificação de novas questões de pesquisa, bem como subsidia o desenho de novos programas de formação continuada.

O artigo *Percepções de Professores sobre o Uso da Modelagem Matemática em Sala de Aula*, das autoras Eleni Bisognin e Vanilde Bisognin, oferece resultados recentes que se juntam ao estudo mencionado no parágrafo anterior. Neste caso, as autoras investigaram a percepção de professores participantes de um mestrado profissional que desenvolveram modelagem nas suas práticas pedagógicas como parte do seu trabalho final de curso. O estudo aponta evidências de que a experiência com modelagem teve repercussões para além deste ambiente, já que os professores relataram indícios de mudanças na forma de conceber e desenvolver aulas de matemática.

Por fim, o estudo relatado por Lilian Aragão da Silva e Andréia Maria Pereira de Oliveira, intitulado *As discussões entre formador e professores no planejamento do ambiente de modelagem matemática*, introduz uma nova região de inquérito na área de pesquisa da modelagem: a relação entre formador e professores no contexto de programas de formação em modelagem. As autoras focalizam o planejamento de uma intervenção pedagógica baseada em modelagem em sala de aula como parte de um programa de formação. Como resultado, o estudo sugere a ocorrência de dois tipos de discussões: aquelas que focalizam a elaboração da situação-problema a ser abordada pelos alunos e aquelas que focalizam as ações do professor no ambiente de modelagem. As autoras caracterizam estas discussões e extraem implicações para os professores de formação.

Os resultados de pesquisa apresentados no bloco (3) sobre *modelagem matemática e os professores* podem, assim, ser globalizados nos seguintes termos: mesmo que os professores não implementem modelagem matemática nas práticas pedagógicas, o contato com esta tendência pode repercutir nas suas ações docentes; os obstáculos e resistências relatados pelos professores podem justificar suas decisões para não implementarem modelagem; o tipo de

interação discursiva entre os professores e os formadores pode ser decisivo para apoiar os professores a integrarem modelagem nas práticas pedagógicas, se assim desejarem. Os resultados dos três artigos sugerem a possibilidade de estudos futuros que deem conta, por exemplo, das formas de repercussão da modelagem matemática nas práticas pedagógicas, da compreensão de meios para desafios os obstáculos e resistências levantadas pelos professores e, por fim, da repercussão do modelo interação formador-professores no fazer de modelagem dos professores.

Os três blocos de artigos identificados neste número temático não apenas constituem relatórios de pesquisa que nos oferecem novos resultados que se integram ao debate corrente na área de modelagem matemática, mas, também, esboçam novas questões de inquérito. Por certo, este número temático não esgota o campo atual de pesquisa em modelagem matemática no país, porém, pela sua composição, constitui-se como representativo. Tem-se, aqui, um panorama possível do estado atual de conhecimento desta área de pesquisa, que, por certo, fará deste número especial uma consulta obrigatória para qualquer pesquisador interessado em modelagem. Análogo ao livro que mencionei anteriormente, chamado *One World – a global anthology of short stories*, podemos falar em um tema, a modelagem matemática na Educação Matemática, e uma coleção de importantes relatórios de pesquisa *re-unidos* em torno dele.

Ano de 2012. Quatorze anos após minha iniciação na pesquisa. Se eu começasse a investigar modelagem matemática hoje, este número temático seria um bom começo para entender o debate corrente na área e, assim, iniciar a revisão de literatura. Como pesquisador sobre o tema, estou tendo a chance de compartilhar com os demais autores deste número temático mais um importante marco na trajetória do movimento de modelagem matemática no país. Agradeço ao Editor do BOLEMA, Prof. Dr. Antonio Vicente Marafioti Garnica, pelo convite e pela oportunidade, bem como aos membros do Conselho Consultivo do periódico, aos pareceristas *ad hoc* e aos autores, pela oportunidade de trabalharmos coletivamente neste número temático que, agora, compartilhamos com a comunidade científica e com a sociedade em geral. Que os artigos publicados sirvam ao propósito de gerar o debate e motivar novos estudos.

Referências

ALEXANDRIA – REVISTA DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Florianópolis: UFSC, v. 2, n. 2, jul. 2009.

ALMEIDA, L. M. W.; ARAÚJO, J. L.; BISOGNIN, E. (Orgs.). **Práticas de modelagem matemática na educação matemática**. Londrina: Editora da Universidade Estadual de Londrina, 2011. 312 p.

ARAÚJO, J. L. Brazilian research on modeling in mathematics education. **ZDM – The International Journal on Mathematics Education**, Eggenstein, Leopoldshafen. v. 43, n. 3-4, p. 337 - 348, 2010. Disponível em: <<http://springerlin.com/content/3855762061q40710/fulltext.pdf>> Acesso em: 12 set. 2010.

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

BARBOSA, J. C. Sobre a pesquisa em Modelagem Matemática no Brasil. In: CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 5., 2007, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto: UFOP/UFMG, 2007. 1 CD-ROM, p. 82-103.

BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. L. (Orgs.). **Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira: pesquisas e práticas educacionais**. Recife: Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2007.

CUNHA, A. G. **Dicionário Etimológico Nova Fronteira da Língua Portuguesa**. 2. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1989. 839p.

FIORENTINI, D. **Brazilian research in mathematical modelling**. Artigo apresentado no GT-17/ICME-8, Sevilla, Spain, 1996. 20p. Mimeografado.