

“DIALOGIZANDO” CICLOS DE MODELAGEM À LUZ DA ARQUITETURA BAKHTINIANA

Ednilson Sergio Ramalho de Souza
Universidade Federal do Oeste do Pará
ednilson.souza@ufopa.edu.br

RESUMO

Decerto que episódios dialógicos são comuns em modelagem matemática. Alicerça-se então a tese de que diálogos contribuem de alguma maneira para a aprendizagem dos estudantes. Desse modo, urge colocar a questão do dialogismo no centro do processo de modelagem. Nesse sentido, o dialogismo de Mikhail Bakhtin pode ser um conceito útil. Portanto, o objetivo do presente texto é analisar ciclos de modelagem à luz do conceito bakhtiniano de dialogismo visando a entender a modelagem matemática como promotora de compreensão ativa responsiva. A metodologia envolveu pesquisa bibliográfica ao buscar na literatura da área contribuições científicas sobre o assunto, estabelecendo-se similitudes e diferenças. O estudo resultou em três linhas de argumento para o conceito de dialogismo bakhtiniano em modelagem matemática: esse conceito pode promover o entendimento da “língua viva” como aspecto essencial do dialogismo em ciclos de modelagem; as ações de modelagem podem ser compreendidas a partir da ideia de enunciado integral e o modelo matemático pode ser entendido como um enunciado cronótopo deslocado no espaço e no tempo. Conclui-se que o conceito de dialogismo pode promover ações pedagógicas visando a uma compreensão responsiva ativa no ensino de matemática.

Palavras-chave: Dialogismo de Bakhtin; ciclos de modelagem; Compreensão ativa responsiva.

EM VIAS DE INÍCIO

Podemos dizer, com certa segurança, que episódios dialógicos são comuns em modelagem matemática (FERRUZZI, 2011; FERRUZZI e ALMEIDA, 2015). Em consequência dessa afirmação, alicerça-se a tese de que diálogos contribuem de alguma maneira para a aprendizagem dos estudantes. Contudo, têm-se estudado os diálogos de maneira periférica em atividades de modelagem matemática, geralmente a partir de uma perspectiva da teoria histórico-cultural de Vigotski (2009), comumente associando-os a uma interação harmoniosa face a face entre os estudantes.

Considerando a importância cognitiva que os diálogos podem ter em modelagem matemática, argumentarei que se faz necessário mover a questão do dialogismo para uma posição central no cenário de modelagem. Contudo, é preciso avançar nas discussões já estabelecidas e olhar o diálogo com uma lente filosófica que possa alcançar maior amplitude nas interpretações. Nesse sentido, o conceito de dialogismo ou de relações dialógicas de Mikhail Bakhtin, filósofo russo do século XX, pode ser essa lente amplificadora.

Sobre as relações dialógicas, Carlos Alberto Faraco comenta:

As relações dialógicas são, portanto, relações entre índices sociais de valor – que, como vimos, constituem, no conceitual do Círculo de Bakhtin, parte inerente de todo enunciado, entendido não mais como unidade da língua, mas como unidade da interação social; não como um complexo de relações entre palavras, mas como um complexo de relações entre pessoas socialmente organizadas (FARACO, 2009, p. 66).

O conceito de relações dialógicas de Bakhtin vai além da ideia de diálogo face a face, tal como geralmente se compreende em analogia a uma conversa harmoniosa entre sujeitos. Trata-se da correspondência entre enunciados de sujeitos organizados socialmente, muitas vezes distantes no espaço e no tempo. Embora Bakhtin nada tenha falado sobre educação (ao menos não diretamente), alguns conceitos estabelecidos pelo filósofo podem ser transportados para a educação matemática, dentre os quais destaco o conceito de relações dialógicas (ou dialogismo).

Assim, o problema de pesquisa é saber em que sentido o conceito bakhtiniano de dialogismo pode contribuir para entender o diálogo em modelagem matemática como promotor de compreensão ativa responsiva. O termo “compreensão ativa responsiva” refere-se ao ato de entender alguma coisa a partir de uma resposta que leva a uma alteração no estado de consciência do sujeito.

Meu objetivo, portanto, é analisar ciclos de modelagem à luz do conceito bakhtiniano de dialogismo visando a entender a modelagem matemática como promotora de compreensão ativa responsiva.

O caminho metodológico se aproximou de uma abordagem bibliográfica em que se procurou identificar na literatura disponível as contribuições científicas sobre o assunto, estabelecendo-se similitudes e diferenças (MALHEIROS, 2011). Assim, numa primeira ação, fiz levantamento bibliográfico sobre modelagem matemática para caracterizar os principais ciclos de modelagem utilizados na educação brasileira. Num segundo momento, fiz levantamento bibliográfico sobre o conceito bakhtiniano de dialogismo. Numa ação final, busquei inserir os ciclos de modelagem na perspectiva do dialogismo de Bakhtin.

Na seção que segue, faço a descrição dos principais ciclos de modelagem encontrados na literatura brasileira com base em Biembengut (2016), Bassanezi (2015), Burak e Aragão (2012), Almeida, Silva e Vertuan (2012), Barbosa (2001). Em seguida, busco analisar os ciclos de modelagem na perspectiva do conceito de dialogismo com suporte de autores como Bakhtin (2016), Fiorin (2018), Brait (2005), Faraco (2009). Finalizo o artigo com possíveis implicações do estudo para o campo mais amplo da educação matemática.

CICLOS DE MODELAGEM

Nesta seção, pretendo descrever alguns ciclos de modelagem na perspectiva de autores mais citados em trabalhos brasileiros, conforme apontam Bicudo e Klüber (2011). Posteriormente, minha intenção é analisar esses ciclos sob o prisma do conceito de dialogismo de Bakhtin.

A julgar por pesquisas publicadas na última década no Brasil, dentre as quais cito Biembengut (2016), Bassanezi (2015), Burak e Aragão (2012), Almeida, Silva e Vertuan (2012), Barbosa (2001) é possível vislumbrar que a modelagem matemática tem produzido esperançosos resultados educacionais. Contudo, essa mesma literatura revela diferentes estilos de pensamento¹, ou seja, revela diferentes ciclos de modelagem e suas influências no desenho das atividades para a sala de aula.

Nessa direção, Babosa (2001) concebe claramente a modelagem como um ambiente de aprendizagem. Nesse ambiente, os estudantes são convidados a questionar e a investigar situações com referência na realidade. É possível perceber nesse autor um estilo de pensamento que entende a modelagem matemática principalmente como um ambiente ou um cenário de aprendizagem crítico e investigativo. Tal estilo de pensamento é traduzido em um ciclo de modelagem constituído por quatro etapas: i) elaboração da situação-problema; ii) simplificação; iii) coleta de dados qualitativos e quantitativos e iv) resolução do problema.

Por sua vez, o ciclo de modelagem de Barbosa admite pelo menos três diferentes maneiras de organização pedagógica, os quais o autor denominou de “casos”. No caso mais básico, o professor apresenta aos estudantes uma situação-problema já elaborada e simplificada, com a coleta de dados também já organizada. Aos estudantes cabe o processo de resolução do problema por meio de um modelo matemático. No caso intermediário, o professor também apresenta uma situação-problema já simplificada, aos estudantes cabe a coleta de dados e a resolução do problema por meio de um modelo matemático. No caso mais avançado, os estudantes elaboram e simplificam situações-problema, coletam dados qualitativos e quantitativos e resolvem o problema com a proposição de modelos matemáticos.

Burak e Aragão (2012) assumem um estilo de pensamento em modelagem a partir de uma compreensão social da matemática ao considerarem que o conhecimento matemático é

¹ Fleck (2010) argumenta que um coletivo de pensamento pode ser formado por diversos círculos de pensamento esotéricos (fechados) e exotéricos (abertos) que podem relacionar-se em algum momento. A relação entre esses círculos determina a formação do estilo de pensamento predominante e reside na confiança que os novatos têm nos iniciados. Contudo, os iniciados de um círculo esotérico dependem de algum modo da “opinião pública” dos novatos do círculo exotérico. É dessa maneira que ocorre o fechamento interno e a persistência de um estilo de pensamento estável.

social por natureza. Nesse sentido, concebem a modelagem como uma metodologia de ensino em que se constitui em um conjunto de procedimentos que visa a construir um paralelo para explicar os fenômenos presentes no cotidiano das pessoas por meio da matemática, auxiliando-as a fazer previsões e a tomar decisões. Para isso, os autores partem de duas diretrizes básicas: a primeira é que deve ser levado em consideração o interesse do grupo de estudantes e a segunda é que os dados devem ser coletados onde se dá o interesse do grupo de pessoas envolvidas no processo de modelagem. Nesse direcionamento, tal estilo de pensamento origina um ciclo de modelagem com cinco fases ou etapas que podem ser seguidas em sala de aula para efetivar o processo de modelagem matemática: i) escolha do tema; ii) pesquisa exploratória, iii) levantamento de problemas; iv) resolução de problemas e desenvolvimento do conteúdo matemático no contexto do tema e v) análise crítica da solução de problemas.

No ciclo de modelagem de Burak, o tema de modelagem deve ser escolhido “sempre” pelos grupos de estudantes a partir de seus interesses e do contexto em que ocorrerá a pesquisa. Após a escolha do tema, faz-se um levantamento científico para conhecer um pouco mais sobre o tema e levantar alguns problemas iniciais. A resolução desses problemas ocorre com o desenvolvimento do conteúdo relacionado ao tema e o ciclo finaliza com as discussões críticas em grupos de estudantes. Desse modo, concebe-se a modelagem matemática como um conjunto de procedimentos ou de métodos cujo propósito é obter um paralelo (modelo matemático) que permita elaborar explicações matemáticas para os fenômenos que o ser humano encontra no cotidiano, levando-o a fazer previsões e a tomar decisões. Embora esse conjunto de procedimentos vise à elaboração de um modelo matemático, esse autor reflete que a produção de um modelo pode não ocorrer efetivamente no ciclo de modelagem, nesse caso, o processo *per se* passa a ser importante para favorecer visão crítica e tomada de decisão.

Almeida, Silva e Vertuan (2012) assumem um estilo de pensamento em que a modelagem matemática pode ser compreendida como uma alternativa pedagógica que relaciona uma situação inicial a uma situação final desejada por meio de um conjunto de procedimentos e de conceitos necessários para passar da situação inicial para a situação final. Nesse prisma, relações entre realidade (origem da situação inicial) e matemática (área em que os conceitos e os procedimentos estão ancorados) servem de apoio para que conhecimentos matemáticos ou de outras áreas sejam movimentados e integrados. Para esses autores, a modelagem orienta a transformação entre duas situações de naturezas distintas por meio de uma sequência de procedimentos para definir ação e tomada de decisão. Esse estilo de pensamento resulta em sala de aula em um ciclo de modelagem constituído de cinco fases ou etapas procedimentais: i) inteiração; ii) matematização; iii) resolução; iv) interpretação de resultados e v) validação.

No ciclo de modelagem de Almeida, a fase de inteiração (do verbo inteirar, tomar conhecimento de) representa o primeiro contato com uma situação-problema que se deseja enfrentar. Implica levantar informações sobre essa situação por meio de coleta de dados quantitativos e qualitativos, seja mediante ação direta ou indireta. A inteiração leva à formulação de problemas e à definição de metas para resolvê-los. A situação-problema apresenta-se em linguagem natural e dificilmente surge diretamente associada à linguagem matemática. É necessário, portanto, transformá-la da linguagem natural para a linguagem matemática, momento em que se evidencia o problema matemático a ser resolvido. Desse modo, a matematização é realizada a partir de formulação de hipóteses, da seleção de variáveis e de simplificações que originam o modelo matemático. O objetivo do modelo é descrever a situação, permitir que o modelador analise aspectos importantes do problema, viabilizar previsões, indicar resultados que devem ser interpretados e validados.

Bassanezi (2015) apresenta um estilo de pensamento que concebe a modelagem matemática como uma estratégia de ensino que visa a construir modelos matemáticos teoricamente bem definidos. Ele argumenta que o processo de modelagem começa com a escolha de um tema de estudo. Contudo, nesse momento ainda não se sabe ao certo o conteúdo matemático que será utilizado para resolver as questões colocadas pelo tema. A partir daí, por meio de procedimentos de contagens e de medições, geralmente surge uma tabela de dados. A organização dos dados em um sistema cartesiano permite ajuste de curva dos valores tabelados e facilitam a visualização do fenômeno em estudo, promovendo a elaboração de questões que podem levar à elaboração de leis de formação. A formulação de modelos matemáticos é uma consequência da transposição dessas etapas. Esse estilo de pensamento reflete em sala de aula em um ciclo de modelagem relativamente longo com sete etapas, a saber: i) escolha de temas; ii) coleta de dados; iii) análise de dados e formulação de modelos; iv) validação; v) convergência e estabilidade; vi) cálculo do valor assintótico; vii) variações.

No ciclo de modelagem de Bassanezi, após a escolha de temas levantam-se possíveis situações de estudo de modo a possibilitarem questionamentos em várias direções. Importante que o tema seja escolhido pelos estudantes para que possam se sentir corresponsáveis pelo ciclo de modelagem. Contudo, a escolha final do tema também dependerá da orientação do professor, que avaliará a exequibilidade do assunto a ser modelado e de fontes de informações. Uma vez escolhido o tema, passa-se para a coleta de dados. Essa coleta pode ser realizada por meio de entrevistas e de pesquisas executadas com os métodos de amostragem aleatória; de pesquisa bibliográfica, de dados já disponíveis em livros ou revistas especializadas; de experiências planejadas pelos próprios estudantes. Após a coleta de dados, formula-se um modelo

matemático que representa a situação estudada por meio de variáveis. Assim, muitos modelos matemáticos são obtidos pela solução de sistemas variacionais, por isso é fundamental compreender como é a variação das variáveis envolvidas no fenômeno investigado. A validação de um modelo matemático é um processo de aceitação ou de rejeição. Tal validação é condicionada a diversos fatores, sendo o mais comum o confronto dos dados reais com os dados simulados no modelo.

Biembengut (2016) chama de “modelação matemática” para a essência da modelagem matemática aplicada à educação e que visa preponderantemente ao currículo escolar. Tal estilo de pensamento reflete em sala de aula em um ciclo de modelagem constituído de três estágios gerais subdivididos em fases: i) percepção e apreensão (explicar sobre o tema/assunto; levantar questões e/ou sugestões; selecionar questões para desenvolver o conteúdo; levantar dados); ii) compreensão e explicitação (levantar hipóteses ou pressupostos; expressar dados; desenvolver o conteúdo; exemplificar; formular); iii) significação e expressão (resolver as questões; validar e expressar).

No ciclo de modelagem de Biembengut, a etapa de percepção e apreensão tem a intenção de incitar a percepção e a apreensão dos estudantes sobre algum tema ou assunto do contexto vivencial deles ou que lhes possam interessar de alguma maneira. Esse tema vai servir como uma espécie de guia aos conteúdos curriculares e não curriculares a serem estudados. Assim, o tema deverá possibilitar (re)fazer um modelo matemático ou (re)construir um modelo por analogia. Para isso, utilizam-se símbolos que identifiquem um signo, uma palavra, uma aceção particular. Essa etapa requer as seguintes subetapas: explicar sobre o tema; levantar questões ou sugestões; selecionar questões que favoreçam o desenvolvimento do conteúdo curricular e levantar ou apresentar dados sobre o tema.

Na etapa de compreensão e explicitação, os estudantes são levados a identificar elementos importantes do tema/assunto no sentido quantitativo e qualitativo. Essa identificação acontece com base nas ideias que eles já possuem e passam a se inteirar do que ainda desconhecem. Nessa etapa, hipóteses e dados disponíveis favorecem o entendimento da situação-problema e a codificação vocabular de acordo com o contexto, possibilitando melhor compreensão das linguagens que orbitam o tema. As seguintes subetapas são necessárias nesse momento: levantar hipóteses ou pressupostos; expressar os dados; desenvolver o conteúdo, exemplificar e formular a questão, dispor de um modelo matemático.

A última etapa, significação e expressão, é quando ocorre a avaliação e a validação do modelo matemático. A partir deste processo de validação, verifica-se o que foi apreendido do processo de modelagem e aprendido sobre os conteúdos curriculares e não curriculares. Isso

significa em resolver o problema em termos do modelo matemático elaborado, fazer interpretação empírica, perguntar que contribuições o modelo pode trazer para o contexto social. Para tanto, segue-se as subetapas: resolver as questões; interpretar e avaliar, validar e expressar.

Minha intenção nesta seção não foi esgotar as possibilidades de ciclos de modelagem existentes na literatura brasileira, contudo, é possível inferir que cada autor acima discutido propõe um ciclo de modelagem a partir de suas perspectivas epistemológicas e filosóficas, fruto de suas formações enquanto educadores matemáticos. Assim, não se trata em dizer que um ciclo de modelagem é melhor ou pior que o outro, mas de considerá-los passíveis de interações entre si. Em última análise, acredito que a modelagem matemática, com suas variedades de ciclos de modelagem, possibilita favorecer episódios dialógicos como elemento importante para a compreensão ativa do conteúdo de ensino. Assim, defendo a tese de que o conceito de dialogismo de Bakhtin pode promover ações pedagógicas em ciclos de modelagem visando à compreensão ativa responsiva no ensino de matemática.

DIALOGIZANDO CICLOS DE MODELAGEM

Minha intenção na presente seção é analisar os ciclos de modelagem discutidos acima na perspectiva do dialogismo de Mikhail Bakhtin, filósofo russo do século XX.

No início do livro “Introdução ao pensamento de Bakhtin” José Luiz Fiorin comenta que não é fácil ler a obra de Bakhtin. Isso porque não existe uma súmula da teoria do filósofo com todos os conceitos definidos e bem-acabados. Então, por que ler Bakhtin? O que Bakhtin tem a ver com modelagem matemática?

Embora aparentemente Bakhtin não tenha escrito nada sobre educação matemática, argumento que é possível analisar ciclos de modelagem por meio de um de seus conceitos fundamentais: o conceito de relações dialógicas ou de dialogismo. Isso porque episódios dialógicos são inerentes ao cenário investigativo gerado pela modelagem matemática (FERRUZZI e ALMEIDA, 2011). Nesse cenário, os atores do discurso de modelagem - professor e estudantes - interagem na produção de um modelo matemático que possa resolver o problema investigado. Nessa interação discursiva, a língua é viva no sentido de ser ampla, múltipla, complexa, rica de pureza e de originalidade (BAKHTIN, 2016). Essa língua vivaz é uma das características do conceito de dialogismo bakhtiniano.

Para Bakhtin, a língua viva em seu uso real tem a propriedade de ser dialógica. Ou seja, no processo de comunicação, os enunciados são sempre relações dialógicas. “O dialogismo são as relações de sentido que se estabelecem entre dois enunciados” (FIORIN, 2018, p. 22). Para

constituir um discurso, ressalta Bakhtin, o enunciador sempre leva em consideração o discurso alheio, que está presente no seu próprio discurso. Inevitavelmente, qualquer discurso de modelagem é atravessado pelo discurso do outro sujeito modelador.

Certamente, relações dialógicas são passíveis de ocorrer em modelagem matemática. Quando o professor interage verbalmente (oral ou por escrito) com um estudante modelador, tanto o enunciado docente (a pergunta) quanto o enunciado discente (a resposta) estão tomados do discurso alheio. No caso do professor, seu enunciado está impregnado das relações dialógicas estabelecidas pelo discurso da modelagem matemática, ou seja, dos conceitos, dos procedimentos, das atitudes de modelador matemático. No caso do estudante, seu enunciado está impregnado do discurso do professor, ou seja, o estudante tentará satisfazer as relações dialógicas estabelecidas pelo discurso científico do professor. Desse modo, o conceito de relações dialógicas (dialogismo) de Bakhtin pode ser útil para iluminar episódios discursivos em ciclos de modelagem.

Na perspectiva da arquitetura dialógica de Bakhtin, é possível aproximar a ideia de “problemas da realidade” a uma das principais características do dialogismo, o conceito de língua viva. Nesse sentido, ao enfatizar o uso de problemas reais, a modelagem matemática pode ser vista como promotora de situações dialógicas por meio da língua viva. Exemplificando, no ciclo de modelagem de Barbosa vimos que ocorre um convite à investigação de situações com referência no mundo real. Numa visada bakhtiniana, o termo “mundo real” refere-se a problemas da “[...] arquitetônica real do mundo realmente experimentado da vida, o mundo da consciência participante realizadora” (FREITAS, 2013, p. 80). Ou seja, são problemas que requerem compreensão ativa e participação responsiva dos sujeitos modeladores, que fatalmente trocam discussões e interações por meio de diferentes tipos de linguagens, por isso a linguagem envolvida em ciclos de modelagem é vivaz, cheia de encantos e de desencantos, tal como a própria realidade.

No entanto, não podemos confundir as réplicas de uma conversa em um ciclo de modelagem com as próprias relações dialógicas, em que estas possuem maior diversidade, maior complexidade e maior amplitude no espaço e no tempo que aquelas. Ou seja, uma conversa em um ciclo de modelagem pode ser considerada o tipo mais externamente notório, imediato e simples de uma relação dialógica. A amplitude de uma relação dialógica é caracterizada por Bakhtin (2016) pelo conceito de cronotopo² quando comenta que dois

² João Wanderley Geraldi esclarece que cronotopos são as complexas relações entre passado, presente e futuro e a inserção necessária deles num espaço que altera nosso costumeiro olhar de que o tempo foi especializado para desaparecer com a história (GERALDI, 2013).

enunciados, distantes um do outro no espaço e no tempo, mesmo que nunca tenham interagido de alguma maneira, ao serem confrontados, seus significados podem revelar relações dialógicas, desde que alguma convergência de sentidos ocorre entre eles.

Outra lente bakhtiniana que podemos usar ao se buscar uma visada da modelagem matemática como promotora do dialogismo é por meio do conceito de enunciado. Bakhtin (2016) entende as relações dialógicas como um novo tipo de relações semânticas em que os membros relacionais se configuram como enunciados integrais ou potencialmente integrais. Subjacentes a esses enunciados estão os sujeitos do discurso os quais exprimem a si mesmos, são os autores dos enunciados integrais. Desse modo, a ideia de enunciado integral de Bakhtin pode ser vislumbrada, por exemplo, na descrição da função do estudante no ciclo de modelagem de Burak. Neste, o sujeito-autor deve fazer escolhas, suposições, hipóteses; deve articular dados e formular questões.

Cada uma dessas ações de modelagem pode ser vista como um enunciado bakhtiniano, uma vez que, subjacente a elas, opera o sujeito-autor do discurso (o estudante) que exprime a si próprio os significados desses enunciados (das ações). Portanto, usando as lentes de Bakhtin, as ações inerentes a um ciclo de modelagem podem ser consideradas enunciados integrais porque ocorrem em um determinado espaço, em um determinado tempo, por um determinado sujeito-autor, que, por meio dessas ações, significa responsivamente as ações de modelagem possibilitando compreensão ativa.

No ciclo de modelagem de Almeida, enfatiza-se a linguagem matemática no processo de modelagem matemática. Especificamente, enfatiza a possibilidade de compreender o ciclo de modelagem enquanto um processo de conversão entre situações distintas: uma situação problemática inicial, que deve ser resolvida pelos estudantes; e uma situação resolutiva final, que comporta soluções ao problema inicialmente enfrentado. A passagem da situação inicial para a situação final, tal como a passagem de um registro de representação de partida para um registro de representação de chegada, envolve habilidades procedimentais com diferentes custos cognitivos.

Trazendo Bakhtin para o debate, podemos considerar razoavelmente as situações inicial e final enquanto enunciados distantes no espaço e no tempo. A conversão dessas situações é uma relação dialógica porque não ocorre imediatamente tal qual em um diálogo face a face. Os estudantes precisam realizar uma séria de procedimentos de modelagem para transformar a situação problemática em uma situação resolutiva, isso leva algumas horas e até dias para ocorrer. Desse modo, relações dialógicas em modelagem podem ser estabelecidas de maneira

cronótopa quando se confrontam a situação inicial (situação-problema) com a situação final (situação-resposta) separadas no espaço e no tempo.

Para Brait (2005), o conceito de relações dialógicas em Bakhtin possui dupla dimensão. Num plano, ele pode referir-se ao diálogo permanente existente entre os distintos discursos que fazem parte de uma comunidade, de uma sociedade, de uma cultura; mas esse diálogo nem sempre é harmonioso ou simétrico, ele pode nunca chegar a um consenso de ideias. Interpretado dessa maneira, o dialogismo é o elemento que determina a natureza interdiscursiva da linguagem. Noutra plano, o dialogismo refere-se a um conjunto de relações estabelecidas entre o eu e o outro nos movimentos discursivos historicamente construídos pelos sujeitos, sujeitos esses que modificam e são modificados por esses discursos. Esse plano do dialogismo está estruturado na ideia de que a linguagem funciona diferentemente para distintos grupos sociais na medida em que uma dada situação é sempre julgada a partir de diferentes visões ideológicas configuradas discursivamente ao longo do espaço-tempo.

No ciclo de modelagem de Bassanezi, o processo de modelagem matemática começa com a definição de um tema cujos conteúdos matemáticos subjacentes ainda não estão explícitos ao sujeito modelador. Desse modo, ao se estabelecer um diálogo (bakhtiniano) com o tema de pesquisa, espera-se que se evidencie o conteúdo matemático subjacente. Para fazer emergir esse conteúdo, o primeiro passo é encontrar dados experimentais por meio de medições ou de contagens, que serão organizados em uma tabela de dados. Após isso, os dados são ramificados por meio de construção de gráficos e de ajustes de linhas de tendência. Esse conjunto de representações matemáticas constituirá um modelo matemático, que auxiliará o modelador a fazer inferências sobre o fenômeno estudado. Nas lentes de Bakhtin, o modelo matemático pode ser visado como um enunciado que o modelador desenvolve no espaço e no tempo de uma comunidade, de uma sociedade, de uma cultura. Ou seja, o sujeito modelador ao construir o modelo matemático (enunciado) modifica a percepção do espaço (e do tempo) ao mesmo tempo que é modificado pelo modelo construído. Portanto, perceber o modelo matemático como um enunciado bakhtiniano pode revelar as relações que se estabelecem entre o eu e o outro na dinâmica discursiva historicamente construída pelos sujeitos modeladores.

No ciclo de modelagem de Biembengut, tem-se um método de ensino que envolve pesquisa nos limites e nos espaços escolares. Comenta a autora que tal ciclo serve para qualquer disciplina e para qualquer fase de escolaridade, desde os anos iniciais até os anos finais do ensino fundamental, no ensino superior e, ainda, em cursos de formação continuada ou em disciplinas de pós-graduação. Trata-se de um método de ensino cujo objetivo principal é desenvolver um modelo matemático de uma situação-problema para poder resolvê-la, entendê-

la ou modificá-la. Na seara do dialogismo de Bakhtin, a construção de um modelo matemático se realiza na forma de enunciados, sejam eles orais ou escritos. Enunciados esses que “refletem as condições específicas e as finalidades de cada referido campo não só por seu conteúdo (temático) e pelo estilo da linguagem, ou seja, pela seleção dos recursos lexicais, fraseológicos e gramaticais da língua” (BAKHTIN, 2016, p. 12). Assim, as ações-enunciados em um ciclo de modelagem são, pois, concretas e únicas, refratam as condições específicas e as finalidades de cada campo do conhecimento humano envolvido no processo de modelagem matemática.

EM VIAS DE FINALIZAÇÃO

Meu objetivo no presente texto foi analisar a modelagem matemática à luz do conceito bakhtiniano de dialogismo visando a entendê-la como promotora de compreensão ativa responsiva. Finalizarei com algumas implicações pedagógicas no campo da educação matemática.

Argumentei que o uso de problemas da realidade em ciclos de modelagem pode favorecer ao surgimento da língua viva, característica fundamental do dialogismo de Bakhtin. Contudo, ressalto que problemas do livro-texto (mesmo que às vezes longe da realidade do estudante) também podem favorecer ao surgimento dessa língua ampla, complexa, vivaz. Pedagogicamente, isso é possível quando o professor oferece condições para que os estudantes possam estabelecer relações dialógicas sobre o problema investigado. Ou seja, não é o tipo de problema em si que determina o surgimento de relações dialógicas, sobretudo a ação pedagógica que se faz sobre ele. Nesse prisma, mesmo uma tarefa do tipo exercício, em que os estudantes somente treinariam suas habilidades, quando adequadamente dialogizada, poderia promover compreensão ativa responsiva. Desse modo, independentemente do tipo de problema inicial, é preciso dialogizar um ciclo de modelagem para que ele propicie ao surgimento de enunciados vivos, enunciados que possam promover compreensão responsiva sobre os conteúdos de aprendizagem matemática.

Em outra linha de argumentação, propus que as ações de modelagem fossem tomadas como enunciados integrais localizados no espaço e no tempo. Em tal perspectiva, no ciclo de modelagem, o estudante transforma-se em sujeito-autor que, por meio de compreensão responsiva ativa, realiza procedimentos visando à elaboração de um modelo matemático. No entanto, a condição de uma ação-enunciado em modelagem ser localizada integralmente no espaço e no tempo não significa ser isolada hermeticamente no momento histórico-cultural. Diferentes ações-enunciados podem interagir em diferentes momentos da vida do sujeito-autor. Por exemplo, o levantamento de hipóteses realizado em um ciclo de modelagem em

determinado momento da vida do sujeito-autor pode interagir por semelhança de sentido com outro levantamento de hipóteses realizado em outro momento da vida do sujeito-autor, no entanto, cada levantamento de hipóteses é integral no sentido de resultar em hipóteses ímpares e ao mesmo tempo plurais de significado.

Por fim, em uma terceira via geral de argumentação, sugeri que o próprio modelo matemático fosse entendido como um enunciado bakhtiniano. Ao dialogizar a ideia de modelo matemático é possível perceber o caráter cronótopo subjacente a ele. Ou seja, um modelo matemático pode fazer com que diferentes enunciados, distantes no espaço e no tempo, passem a interagir de maneira cronotópica no episódio dialógico. Para exemplificar o que estou dizendo, a equação diferencial da Segunda Lei de Newton, $\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$, foi modelada pelo cientista no século XVI e continua permitindo diálogos vivos entre Newton e os cientistas do século XXI. Porém, esse caráter dialógico do modelo matemático nem sempre significa o diálogo face a face, tal como numa conversa entre dois estudantes modeladores em sala de aula. Trata-se de um diálogo entre dois modelos-enunciados histórico e culturalmente distantes, a ação pedagógica pode fazer esses modelos-enunciados interagirem de alguma maneira no processo de compreensão ativa responsiva.

É possível, portanto, analisar os diversos ciclos de modelagem apresentados na literatura à luz da arquitetura do dialogismo bakhtiniano. Essa análise é importante como forma de promover ações pedagógicas que levem à compreensão responsiva ativa sobre os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais mobilizados no ciclo de modelagem. Certamente que ainda são necessárias pesquisas empíricas para direcionar essas ações pedagógicas. Contudo, chamo a atenção que o dialogismo bakhtiniano possibilita um rico referencial epistemológico para entender e potencializar o jogo dialógico em modelagem matemática, promovendo ação pedagógica em prol de uma compreensão ativa dos sujeitos-autores do processo de ensino e de aprendizagem.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Lourdes Werle de; SILVA, Karina Pessôa da; VERTUAN, Rodolfo Eduardo. **Modelagem matemática na educação básica**. São Paulo: Contexto, 2012.

BAKHTIN, Mikhail. **Os gêneros do discurso**. São Paulo: Editora 34, 2016. Tradução de: Paulo Bezerra (2ª reimpressão).

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Modelagem matemática: teoria e prática**. São Paulo: Contexto, 2015.

BICUDO, Maria Aparecida Viggiani; KLÜBER, Tiago Emanuel. Pesquisa em Modelagem Matemática no Brasil: a caminho de uma metacompreensão. **Cadernos de Pesquisa**, [s.l.], v. 41, n.

144, p.904-927, dez. 2011. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-15742011000300014>.

BIENBENGUT, Maria Salett. **Modelagem na educação matemática e científica**. São Paulo: LF, 2016.

BRAIT, Beth. **Bakhtin, dialogismo e construção de sentido**. 2 ed (5ª reimpressão). São Paulo: Unicamp, 2005.

BURAK, Dionísio; ARAGÃO, Rosália Maria Ribeiro de. **A modelagem matemática e relações com a aprendizagem significativa**. Curitiba: CRV, 2012.

FARACO, Carlos Alberto. **Linguagem & diálogo: as ideias linguísticas do círculo de Bakhtin**. 1 ed. (4ª reimpressão). São Paulo: Parábola, 2009.

FERRUZZI, Elaine Cristina. **Interações discursivas e aprendizagem em modelagem matemática**. 2011. 225f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

FIORIN, José Luiz. **Introdução ao pensamento de Bakhtin**. São Paulo: Contexto, 2018.

FLECK, Ludwick. **Gênese e desenvolvimento de um fato científico**. Tradução de Georg Otte e Mariana Oliveira. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2010. (Série Ciência, Tecnologia, Sociedade).

FREITAS, Maria Tereza de Assunção. Implicações do ser no mundo e responder aos desafios que a educação nos apresenta. In: FREITAS, Maria Tereza de Assunção (Org.). **Educação, arte e vida em Bakhtin**. Belo Horizonte: Autêntica, 2013. Cap. 5. p. 74-82.

GERALDI, João Wanderlei. Bakhtin tudo ou nada diz aos educadores: os educadores podem dizer muito com Bakhtin. In: FREITAS, Maria Tereza de Assunção (Org.). **Educação, arte e vida em Bakhtin**. Belo Horizonte: Autêntica, 2013. Cap. 1. p. 06-20.

MALHEIROS, Bruno Taranto. **Metodologia da pesquisa em educação**. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

VIGOTSKI, Lev Semenovich. **A construção do pensamento e da linguagem**. Tradução: Paulo Bezerra. 2 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2009.