

A criticidade em Modelagem na Educação Matemática: vozes dos pesquisadores

Messias Santos de Moraes

Secretaria da Educação do Estado da Bahia

Alagoinhas, BA — Brasil

✉ messias.morais@hotmail.com

 0009-0005-1364-028X

Frederico da Silva Reis

Universidade Federal de Ouro Preto

Ouro Preto, MG — Brasil

✉ frederico.reis@ufop.edu.br

 0000-0001-6087-6483

Aldo Peres Campos e Lopes

Universidade Federal de Itajubá

Itabira, MG — Brasil

✉ aldolopes@unifei.edu.br

 0000-0002-4046-0840



2238-0345 

10.37001/ripem.v15i3.4616 

Recebido • 22/05/2025

Aprovado • 04/06/2025

Publicado • 01/09/2025

Editor • Gilberto Januario 

Resumo: Este artigo tem como objetivo identificar as diferentes abordagens e enfoques da criticidade em Modelagem na Educação Matemática de pesquisadores brasileiros escolhidos por seu reconhecimento / inserção nos cenários nacional e internacional da pesquisa acadêmica. Realizamos entrevistas semiestruturadas com os pesquisadores Rodney Bassanezi, Lourdes Almeida, Dionísio Burak, Jonei Barbosa e Milton Rosa, buscando confrontar suas abordagens e enfoques de criticidade com as suas próprias concepções / perspectivas teórico-metodológicas de Modelagem. A análise das entrevistas revelou que suas concepções possuem muitas convergências, embora com fundamentação teórico-bibliográfica diferenciada e com certa diversidade de bases epistemológicas. As vozes dos pesquisadores refletiram uma clara coerência teórica e prática entre suas abordagens e enfoques da criticidade com as suas concepções de Modelagem, com destaque para a importância da criticidade estar inerentemente atrelada a todas as etapas / fases / ciclos de Modelagem sendo, em última análise, fundamental para a formação crítica, reflexiva e cidadã dos estudantes.

Palavras-chave: Modelagem Matemática. Criticidade. Pesquisadores. Educação Matemática.

Criticality in Modeling in Mathematics Education: researchers' voices

Abstract: This article aims to identify the different approaches and approaches to criticality in Modeling in Mathematics Education of Brazilian researchers chosen for their recognition / insertion in the national and international scenarios of academic research. We conducted semi-structured interviews with the researchers Rodney Bassanezi, Lourdes Almeida, Dionísio Burak, Jonei Barbosa and Milton Rosa, seeking to confront the approaches and approaches to criticality they expressed with their own theoretical-methodological conceptions / perspectives of Modeling. The analysis of the interviews revealed that their conceptions have many convergences, although with different theoretical-bibliographical foundation and certain diversity of epistemological bases. The voices of the researchers reflected a clear theoretical and practical coherence between their approaches and approaches to criticality with their conceptions of modeling in mathematics education, with emphasis on the importance of criticality being inherently linked to all the stages / phases / cycles of Modeling and, ultimately, fundamental for the critical, reflective and citizen education of students.

Keywords: Mathematical Modeling. Criticality. Researchers. Mathematics Education.

La criticidad en la Modelización en Educación Matemática: voces de investigadores

Resumen: Este artículo tiene como objetivo identificar los diferentes enfoques y perspectivas de la criticidad en la Modelización en la Educación Matemática de investigadores brasileños escogidos por su reconocimiento/inserción en los escenarios nacional e internacional de la investigación académica. Realizamos entrevistas semiestructuradas con los investigadores Rodney Bassanezi, Lourdes Almeida, Dionísio Burak, Jonei Barbosa y Milton Rosa, buscando confrontar sus enfoques y perspectivas de criticidad con sus propias concepciones/perspectivas teórico-metodológicas de Modelización. El análisis de las entrevistas reveló que sus concepciones presentan muchas convergencias, aunque con fundamentos teórico-bibliográficos diferenciados y cierta diversidad de bases epistemológicas. Las voces de los investigadores reflejaron una clara coherencia teórica y práctica entre sus enfoques de criticidad y sus concepciones de Modelización, destacando la importancia de que la criticidad esté inherentemente vinculada a todas las etapas/fases/ciclos de la Modelización, siendo, en última instancia, fundamental para la formación crítica, reflexiva y ciudadana de los estudiantes.

Palabras clave: Modelización Matemática. Criticidad. Investigadores. Educación Matemática.

1 Introdução

A cada dia, a Modelagem é uma tendência que vem ganhando *corpus* e se desenvolvendo na Educação Matemática brasileira, especialmente, em cursos de Pós-Graduação e, por ganhar novos adeptos, vem incorporando novas concepções e perspectivas utilizadas em pesquisas realizadas em todos os níveis de ensino (Lopes & Reis, 2022, 2024; Reis & Araújo, 2023).

Entendemos que esse é um caminho normal e natural de uma tendência em Educação Matemática que tem se consolidado com sua presença em diversas linhas de pesquisa de cursos de Pós-Graduação, sendo amplamente divulgada por meio de artigos publicados em revistas científicas ou em anais de eventos nacionais que tratam da Modelagem na Educação Matemática (MEM), muito devido aos seus precursores, desde o final do século passado, como destaca Biembengut (2009)

A Modelagem Matemática na Educação brasileira tem como referência singulares pessoas, fundamentais no impulso e na consolidação da Modelagem na Educação Matemática, tais como: Aristides Camargo Barreto, Ubiratan D'Ambrosio, Rodney Carlos Bassanezi, João Frederico Meyer, Marineuza Gazzetta e Eduardo Sebastiani, que iniciaram um movimento pela Modelagem no final dos anos 1970 e início dos anos 1980, conquistando adeptos por todo o Brasil. (Biembengut, 2009, p. 8)

A partir de então, várias dissertações e teses em Educação Matemática são defendidas no Brasil com o objetivo de contribuir para o ensino e a aprendizagem de Matemática, nos diversos níveis educacionais. Diante da qualidade dos estudos, várias abordagens e concepções de MEM surgem como propostas de ensino e aprendizagem.

Tal crescimento tem subsidiado muitas práticas de Modelagem nas salas de aulas, sob diversas perspectivas, como apontam Kaiser e Sriraman (2006) que, por sua vez, trazem, implícita ou explicitamente, diferentes enfoques da criticidade subjacentes a cada uma das perspectivas assumidas / referenciadas.

Neste artigo¹, objetivamos apresentar as abordagens e enfoques da criticidade na Modelagem na voz de pesquisadores da Educação Matemática, a partir de entrevistas semiestruturadas, sendo que tais pesquisadores foram escolhidos por seu reconhecimento / inserção nos cenários nacional e internacional da pesquisa acadêmica em Modelagem Matemática, buscando contextualizar / confrontar tais abordagens e enfoques com as suas próprias concepções / perspectivas teórico-metodológicas de MEM.

2 Sobre as perspectivas de Modelagem na Educação Matemática e as relações com a criticidade

Em seu conhecido artigo no qual categorizam e caracterizam as principais perspectivas internacionais de Modelagem, Kaiser e Sriraman (2006) apresentam, de forma concisa, perspectivas categorizadas e caracterizadas, dentre as quais destacamos: realista, educacional, sociocrítica e cognitiva. Essas perspectivas contemplam abordagens e enfoques da criticidade em seus pressupostos e/ou objetivos, como descrevemos, agora, de forma sucinta.

A perspectiva realista de Modelagem nasce dos pressupostos da Matemática Aplicada, sendo voltada para o desenvolvimento de modelos matemáticos, com o objetivo de entender e resolver os mais diversos problemas do cotidiano, bem como promover competências de Modelagem. Em Moraes, Reis e Lopes (2025), apontamos que a criticidade aparece nos modelos obtidos, destacando a criticidade na aprendizagem dos conteúdos matemáticos e a importância de se desenvolver habilidades matemáticas no contexto da Modelagem.

Já a perspectiva educacional de Modelagem, em sua vertente conceitual, busca promover a introdução ou desenvolvimento de novos conceitos matemáticos. Já em sua vertente didática, objetiva estruturar e promover a aprendizagem por meio de situações-problema autênticas. Em Moraes, Reis e Lopes (2025), identificamos em alguns dos trabalhos de Modelagem que consideramos identificar-se com tal perspectiva, a preocupação não somente com o ensino, mas também com a aprendizagem de Matemática, e a criticidade aparece desde o início do processo de Modelagem em sala de aula, até a sua finalização com situações que proporcionam aos estudantes a possibilidade de refletir, comparar, analisar e tirar conclusões.

Por sua vez, a perspectiva sociocrítica é uma perspectiva de Modelagem na qual os objetivos pedagógicos das técnicas e ferramentas matemáticas estudadas é levar o estudante a refletir sobre o papel dos modelos matemáticos na sociedade e como esses modelos são propostos, habilitando-o a ter condições de participar de discussões matemáticas e entender que aquilo que é expresso na forma matemática pode ser contestado, pois não reflete uma representação infalível, livre de influências e tendências ideológicas. Em Moraes, Reis e Lopes (2025), destacamos que a criticidade aparece nos pressupostos e objetivos de se discutir de maneira crítica e reflexiva, a natureza dos modelos e a sua utilização na sociedade, levando o estudante, assim, a uma reflexão social, política e ecológica, dentre outras que podemos chamar de sociocrítica.

Por fim, na perspectiva cognitiva, as atividades de Modelagem desenvolvidas têm como interesse principal estudar, analisar e compreender quais funções cognitivas e quais processos cognitivos são ativados e utilizados pelos estudantes envolvidos no desenvolvimento de uma atividade de Modelagem Matemática, bem como, promover processos de pensamento matemático. Em Moraes, Reis e Lopes (2025), ressaltamos que, em alguns dos trabalhos de Modelagem mapeados que consideramos identificar-se com essa perspectiva, a criticidade é

¹ Este artigo compõe a dissertação de mestrado defendida no Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Universidade Federal de Ouro Preto, organizada em formato *multipaper*, escrita pelo primeiro autor, orientada pelo segundo autor e coorientada pelo terceiro autor.

“verificada” em cada etapa do processo de desenvolvimento das atividades de Modelagem, proporcionando ações de reflexão e análise crítica para a tomada de decisões.

A seguir, buscaremos uma “interseção” de tais perspectivas com algumas das características teórico-metodológicas das concepções de MEM dos nossos entrevistados.

3 Delineando a metodologia de pesquisa e apresentando os entrevistados

Devido ao nosso objetivo de investigação, optamos por realizar uma pesquisa qualitativa em seus pressupostos teóricos e métodos de produção e análise de dados. Nosso principal método de produção de dados contemplou entrevistas semiestruturadas, realizadas no mês de outubro de 2024 que, mediante autorização dos nossos depoentes, foram devidamente gravadas por meio do Google Meet e, posteriormente, transcritas e analisadas. Consideramos, ainda, a importância de se captar a “atenção flutuante”, caracterizada por Lüdke e André (2018) como uma gama de gestos, expressões, entonações, sinais não verbais, hesitações, alterações de ritmo, enfim, toda uma comunicação não verbal expressa pelo entrevistado que possa revelar algo a mais que suas palavras.

Para a realização das entrevistas, antecipadamente, enviamos por e-mail o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e o roteiro da entrevista, que conteve os seguintes grandes tópicos e seus respectivos subtópicos que, por sua vez, serviram de guia para a condução das entrevistas, entretanto, sem a obrigação de contemplá-los diretamente por meio de perguntas nem ao mesmo segui-los linearmente:

1. A Modelagem na Educação Matemática
 - 1.1. Concepção de Modelagem defendida
 - 1.2. Embasamento teórico-bibliográfico
 - 1.3. Encaminhamento prático em sala de aula
 - 1.4. Contribuições para o ensino e a aprendizagem
 - 1.5. Recomendações para professores e pesquisadores
2. A Criticidade em Modelagem na Educação Matemática
 - 2.1. Concepção de criticidade defendida
 - 2.2. Embasamento teórico-bibliográfico
 - 2.3. Encaminhamento prático em sala de aula
 - 2.4. Relações com reflexão e cidadania
 - 2.5. Recomendações para professores e pesquisadores

Um detalhe importante é que nossos entrevistados foram escolhidos justamente por serem pesquisadores da MEM e orientadores de teses e dissertações, renomados nacional e internacionalmente o que, por um lado, nos trouxe muita responsabilidade. Por outro lado, também foi necessário esclarecermos que eles seriam apresentados, no presente artigo, claramente com seus próprios nomes, e não com pseudônimos.

Escolhemos, pois, cinco dentre os vários pesquisadores que poderiam contribuir para nossa investigação e que eram acessíveis por meio de contatos sociais, os quais passamos a identificar, por meio de algumas informações coletadas do seu Currículo Lattes, no dia 03/02/2025:

- I. Prof. Dr. Rodney Carlos Bassanezi (Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP): Possui Graduação em Matemática pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1965), Mestrado em Matemática pela Universidade Estadual de Campinas (1971) e Doutorado em Matemática pela Universidade Estadual de Campinas (1977). Trabalhou na UNICAMP de 1969 a 2001, quando passou a ser pesquisador voluntário nesta universidade, permanecendo até 2006.

- A partir de 2007, trabalha na Universidade Federal do ABC, onde foi o primeiro Coordenador do Programa de Pós-Graduação do Centro de Matemática, Computação e Cognição. Tem experiência na área de Matemática, com ênfase em Análise, atuando principalmente nos seguintes temas: Teoria Fuzzy, Sistemas Dinâmicos Subjetivos; Biomatemática, Epidemiologia, Ecologia, Educação Matemática, Modelagem;
- II. Profª. Dra. Lourdes Maria Werle de Almeida (Universidade Estadual de Londrina – UEL): Possui Licenciatura em Matemática pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Mestrado em Matemática pela Universidade Estadual de Londrina e Doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina. Realizou Pós-Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da UFSC na linha de pesquisa Linguagens e Ensino, dando ênfase ao estudo do uso da linguagem em Matemática na perspectiva filosófica de Wittgenstein. É professora da UEL desde 1985. Atua no curso de Licenciatura em Matemática e é docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da UEL. Tem experiência na área de Matemática com ênfase em Educação Matemática, atuando principalmente nos seguintes temas: Modelagem Matemática, Semiótica na Educação Matemática tendo pesquisado a interface da Semiótica com a Modelagem Matemática; Linguagem na Modelagem Matemática; Formação de Professores de Matemática;
 - III. Prof. Dr. Dionísio Burak (Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG): Possui Graduação em Matemática pela Universidade Estadual do Centro-Oeste (1973), Mestrado em Ensino de Matemática pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1987), Doutorado em Educação pela Universidade Estadual de Campinas (1992) e Pós-Doutorado pela Universidade Federal do Pará (2010). Atualmente, atua no Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Estadual de Ponta Grossa. É professor titular aposentado do Departamento de Matemática da Universidade Estadual do Centro-Oeste. Tem experiência na área de Matemática, com ênfase em Educação Matemática, atuando principalmente nos seguintes temas: Modelagem Matemática na Educação Matemática, Ensino e Aprendizagem de Matemática;
 - IV. Prof. Dr. Jonei Cerqueira Barbosa (Universidade Federal da Bahia – UFBA): Possui Licenciatura em Matemática pela Universidade Católica do Salvador (1997), Doutorado em Educação Matemática pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2001) e Pós-Doutorado na London South Bank University (2008) e na University of London (2013-2014). No segundo semestre de 2023, financiado pelo Programa CAPES-PRINT, realizou estágio pós-doutoral na Rutgers University, Estados Unidos. Desde 2010, é Professor Associado, em regime de dedicação exclusiva, do Departamento II da Faculdade de Educação da Universidade Federal da Bahia. Atua como professor permanente no Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências da UFBA / UEFS. Também é professor permanente no Programa de Pós-Graduação em Educação da UFBA e coordenador de uma turma de Doutorado Interinstitucional para docentes do Instituto Federal do Sertão Pernambucano (2019 – atual). Orienta projetos de iniciação científica, mestrado, doutorado e pós-doutorado;
 - V. Prof. Dr. Milton Rosa (Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP): Possui Licenciatura em Ciências / Matemática pela Faculdade de Ciências e Letras Plínio A. Amaral (1983), Licenciatura em Pedagogia pela Faculdade de Ciências e Letras Plínio A. Amaral (1994), Especialização em Educação Matemática – Etnomatemática / Modelagem pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas (1999), Mestrado em Educação Matemática pela California State University, Sacramento (2000), Doutorado em Educação – Liderança Educacional pela California State University, Sacramento (2010) e Pós-Doutorado em Educação – Etnomodelagem pela Universidade de São Paulo (2015). É Professor Associado da Universidade Federal de Ouro Preto, atuando como professor-pesquisador, desde 2011, no Programa Pós-Graduação em Educação Matemática. Tem experiência em Educação Matemática nas áreas: Etnomatemática, Modelagem, Etnomodelagem, Currículo e Instrução, Liderança Educacional, Educação Inclusiva e Educação a Distância. Desde 03/2019, é Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq – Nível 2.

Importante ressaltar nossa clareza de que a MEM tem nomes importantes que muito contribuíram e ainda contribuem para a pesquisa vigente no Brasil e, obviamente, gostaríamos de entrevistar o maior número possível desses pesquisadores, no entanto, entendemos que isso não seria exequível metodologicamente.

4 Apresentando as entrevistas

Optamos por analisar e apresentar extratos das entrevistas semiestruturadas de cada um dos cinco pesquisadores, de acordo com os tópicos e subtópicos do roteiro utilizados na condução das entrevistas (ainda que, obviamente, nem todos os subtópicos sejam aqui explicitados), buscando apresentar as abordagens e enfoques da criticidade na Modelagem na voz dos pesquisadores, contextualizando / confrontando tais abordagens e enfoques com as suas concepções / perspectivas teórico-metodológicas de Modelagem na Educação Matemática.

4.1. A Modelagem na Educação Matemática

4.1.1. A voz de Rodney Bassanezi

O Prof. Rodney defende uma concepção que inclui sua definição de Modelagem como sendo a arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real / cotidiano e que, como ele recomenda em Bassanezi (2002), deve seguir as seguintes etapas: experimentação, abstração, resolução, validação, modificação e aplicação.

Em sua entrevista, ele deixa claro que, para usar a Modelagem Matemática em sala de aula, primeiramente, os estudantes devem ser divididos em quintetos para fazerem a escolha do tema, antes mesmo da etapa da experimentação, ressaltando que: “Geralmente, esses cursos com Modelagem dão certo quando o aluno escolhe o tema” (Rodney Bassanezi, entrevista, out. 2024).

Como matemático aplicado, ele explicita que usa o mesmo processo da Matemática Aplicada para a MEM, da seguinte forma: “Em qualquer nível, o jeito de fazer é igual. Mesmo na Matemática Aplicada, é o mesmo jeitão de fazer a coisa. O processo é o mesmo” (Rodney Bassanezi, entrevista, out. 2024).

Entendemos que, de acordo com Kaiser e Sriraman (2006), a concepção de MEM do Prof. Rodney apresenta, inicialmente, algumas características da perspectiva realista. Podemos perceber isso em algumas de suas falas, tais como: “Na Matemática Aplicada, o objetivo é resolver o problema. Na Modelagem, é ter o problema para você aprender Matemática. Para você aprender Matemática” (Rodney Bassanezi, entrevista, out. 2024). Ainda quando o questionamos sobre a importância do modelo matemático na solução de um problema, ele destacou que não é que o modelo não seja importante, mas ele não precisa ser tão “refinado” quanto na Matemática Aplicada, pois: “É bem isso, porque o objetivo da Educação é aprender a matéria, aprender a resolver o problema. Resolvendo o problema, você pode aprender logaritmo, exponencial, equações diferenciais, etc” (Rodney Bassanezi, entrevista, out. 2024). Aqui, além de ficar explícita certa “flexibilização” do modelo, ele também expõe, o que entendemos ser, o viés educacional da sua concepção de MEM, de acordo com Kaiser e Sriraman (2006).

Como embasamento teórico-bibliográfico, o Prof. Rodney não cita nenhum “teórico” da Modelagem, pois seus trabalhos tiveram inspiração nas notas de aulas e cursos de Modelagem por ele ministrados “quase no Brasil inteiro”. Sua experiência de anos de trabalho foi seu embasamento teórico, mas ele também cita a contribuição de outros pesquisadores: “O

que me abriu o olho para a parte da Modelagem, abriu o olho, mas não do jeito que ele fazia, foi o Aristides Barreto... Ele era mais ligado à parte de topologia, fazia mais uma Modelagem já direto com problemas de topologia. Mas o jeitão de fazer não era esse, de você escolher o tema e ir atrás, entendeu?” (Rodney Bassanezi, entrevista, out. 2024).

Já como professor na UNICAMP, o Prof. Rodney cita que passou em frente a uma sala de aula em que um argentino dava aulas e ficou maravilhado com o que viu, e isso o levou a despertar para a Modelagem

Mas não era Modelagem, ele estava ensinando o modelo presa-predador para ensinar equações diferenciais. Eu achei aquele modelo a coisa mais linda que você pode imaginar. O modelo presa-predador é do cão! Tem tudo, uma ideia por trás da coisa. Ali tem toda uma... O cara transformou em equação um negócio que você nem imaginaria. (Rodney Bassanezi, entrevista, out. 2024)

No encaminhamento prático em sala de aula, ele deixou claro que os estudantes devem ser divididos em grupos de cinco componentes para escolherem o tema e salientou que o professor também pode direcionar as escolhas de temas, para só, então, os estudantes passarem à etapa seguinte, que é a experimentação, e esta deveria ser feita por todos no local de interesse do grupo

Se escolhesse trabalhar com cultivo de peixe, fazer a piscicultura. Então, ia visitar a piscicultura, ver tudo o que tinha do peixe. O tema era peixe. Se era trabalhar com maçã, ia visitar uma plantação de maçã e ver como era o resfriamento da maçã, etc. Se era com abelha, etc. Então, o tema escolhido, todo mundo ia fazer a visita junto, não é só o grupinho que escolheu. (Rodney Bassanezi, entrevista, out. 2024)

Como contribuições para o ensino e a aprendizagem, é possível inferir da fala do Prof. Rodney que a Modelagem ajuda o estudante a pensar de forma diferente e resolver um problema do cotidiano fora do ambiente escolar, levando-o a desenvolver o poder de argumentação e convencimento, pois

A maioria deles consegue resolver os problemas de maneira, às vezes, bem diferente daquilo que você imaginou que ele fosse resolver. Então, a Modelagem ensina a pensar, explicita a habilidade de desenvolvimento do raciocínio para a qual a Modelagem contribui [...] Para as mulheres tecelãs de redes em Cuiabá, o tema da modelagem escolhido foi a Matemática na tecelagem e esse tema as ajudou a pensar para reduzir o tempo de fabricação das redes [...] Com essa parte de coordenadas do plano, elas fizeram em menos de uma semana a rede. Passou de um mês para uma semana. (Rodney Bassanezi, entrevista, out. 2024)

O Prof. Rodney sugeriu a professores que desejam iniciar o trabalho com a Modelagem em sala de aula, que o façam com “alguma coisa que você já conhece quase toda”, acrescentando que é normal se sentir inseguro ao iniciar o trabalho com Modelagem, mas não se deve desistir desse trabalho, pois: “Depois que você faz Modelagem, as coisas ficam mais simples. O mais difícil é a primeira vez” (Rodney Bassanezi, entrevista, out. 2024).

Ainda indagamos ao Prof. Rodney sobre como avaliar um projeto de Modelagem, tendo ele se referido aos cursos de especialização nos quais havia ministrado uma disciplina de Modelagem: “No final, eles escreviam uma monografia. Essa monografia, eles tinham que defender como se fosse um mestrado. Os 5 estudantes defendendo ao mesmo tempo. O grupo

defendia a monografia. Quem era a banca? Os outros alunos” (Rodney Bassanezi, entrevista, out. 2024). Aqui, percebemos que não era realizada uma avaliação tradicional, do tipo teste / prova, mas o resultado de cada grupo era socializado com todos que já haviam acompanhado a etapa de experimentação, sendo que os estudantes apresentavam a sua pesquisa de Modelagem, argumentando e desenvolvendo o poder de convencimento e argumentação diante de seus colegas, sob a forma de comunicação dos resultados.

Em nossa análise, claramente, percebemos que o Prof. Rodney é um dos precursores da MEM no Brasil, que ele foi “abrindo o caminho” e dando o direcionamento do trabalho com a Modelagem para a Educação Matemática, a partir da forma que ele já fazia Modelagem na Matemática Aplicada. Também percebemos uma carga significativa de Matemática de nível superior (graduação e pós-graduação), embora não tenhamos aqui destacado muitas das falas que sustentam essa nossa percepção, porém, em alguns momentos quando indagamos sobre a possibilidade de trabalho com a Modelagem nos Ensinos Fundamental e Médio, ele destacou a importância do trabalho com uma Matemática “coerente com esses níveis de ensino”.

4.1.2. A voz de Lourdes Almeida

A Profa. Lourdes defende uma concepção de Modelagem Matemática associada à formulação de modelos e que tem influência da Matemática Aplicada, pois a Modelagem “tem relação com o que se reconhece como matematização da realidade”, sendo que, no contexto da sala de aula, ela entende a MEM como: “uma alternativa pedagógica, uma possibilidade de resolver problemas não matemáticos na sala de aula por meio da Matemática” (Lourdes Almeida, entrevista, out. 2024), deixando clara a importância de se abordar problemas genuinamente passíveis de ocorrência no cotidiano dos estudantes.

Como embasamento teórico-bibliográfico para seus trabalhos com a MEM, a Profa. Lourdes afirma que, no Brasil, sua maior inspiração são os escritos do Prof. Rodney Bassanezi, com quem tem contatos desde meados da década de 1990. Outros influenciadores que ela cita são o Prof. João Frederico Azevedo Meyer, que é carinhosamente conhecido como “Joni”, o Prof. Dionísio Burak, a Profa. Maria Salett Biembengut, o Prof. Ubiratan D’Ambrósio e uma “geração mais nova” tais como Jonei Barbosa, Tiago Klüber, Jussara Araújo, Milton Rosa e Ana Paula Malheiros, dentre outros. Em termos de referências internacionais ela cita Henry Pollack, Huggy Burkhardt, Richard Lasch, Werner Blum, Mojen Niss, Gabriele Kaiser, Peter Galbraith, Glória Stilmann, Suzana Carreira, Rita Borromeo Feri, Katrin Bolhofer, o filósofo e matemático americano Charles Peirce e, para completar a lista, o filósofo contemporâneo Ludwig Wittgenstein.

Como sua concepção de Modelagem tem influências da Matemática Aplicada, questionamos sobre a aderência da sua concepção a alguma das perspectivas propostas por Kaiser e Sriraman (2006), ao que a Profa. Lourdes nos respondeu que, como as referidas perspectivas tem a ver com o propósito e finalidade do professor ao desenvolver uma atividade de Modelagem, então, ela revela já ter desenvolvido projetos de Modelagem em diferentes perspectivas: “Eu já trabalhei com Modelagem Matemática nessas diferentes perspectivas apontadas pela Kaiser. Eu não tenho uma concepção de Modelagem em que eu me mantenho numa daquelas perspectivas” (Lourdes Almeida, entrevista, out. 2024).

A proposta de MEM para a sala de aula da Profa. Lourdes inclui um ciclo de Modelagem que apresenta 4 fases: inteiração, matematização, resolução e interpretação / validação, culminando com a comunicação de resultados, sendo que tal proposta é passível de ser usada em qualquer nível de escolaridade e, assim, ela tem orientado pessoas que trabalham com Modelagem, desde a Educação Infantil até o Ensino Superior, embora, entenda que: “As

demandas das atividades de Modelagem são desafiadoras, tanto para alunos quanto para professores [...] O professor deve introduzir a Modelagem Matemática de maneira a familiarizar os alunos de uma forma gradativa (Lourdes Almeida, entrevista, out. 2024).

Segundo a Profa. Lourdes, um professor deve apresentar e desenvolver ativamente as fases do ciclo de Modelagem, em sala de aula, sendo que, num primeiro momento, ele apresenta a situação, o problema, junto com os dados, e acompanha as iniciativas dos alunos, orienta e tudo mais; em um segundo momento, o professor leva a situação a ser modelada para sala de aula, mas não desenvolve tão ativamente as atividades, as quais ele deve dividir com os estudantes, para que eles agora se envolvam mais no desenvolvimento das etapas do ciclo de Modelagem; num terceiro momento, em que os estudantes já conhecem as etapas a serem desenvolvidas, o professor delega a eles a realização da atividade de Modelagem, sendo que: “Apenas no terceiro momento que, então, o professor fala: ‘olha, agora vocês que vão procurar um tema, vão estudar e vão fazer todas aquelas ações relativas ao ciclo de Modelagem’, para que o estudante gradualmente desenvolva autonomia e competência em Modelagem” (Lourdes Almeida, entrevista, out. 2024).

Quando indagamos à Profa. Lourdes sobre a semelhança desses momentos, em que os estudantes vão se apropriando da competência em Modelagem, com os “clássicos” casos de Modelagem apresentados em Barbosa (2001), ela argumenta que a diferença é que: “Os casos de Modelagem não são necessariamente gradativos. Você pode começar uma Modelagem na sala de aula no caso 3 [...] Para mim, você tem que familiarizar o aluno com a Modelagem Matemática nesses 3 momentos” (Lourdes Almeida, entrevista, out. 2024), ou seja, ela sugere que os estudantes sejam colocados em contato com a Modelagem de forma gradativa, cada vez mais dando a eles, atribuições mais amplas.

Assim como para os estudantes as atividades de Modelagem são desafiadoras, a Profa. Lourdes destaca que o desafio também se apresenta para professores, sugerindo, então, uma formação para a Modelagem caracterizada por três eixos

Primeiro, o professor precisa aprender sobre Modelagem Matemática, estudando o que é, como fazer e vendo exemplos de trabalhos já realizados; num segundo eixo, o professor precisa aprender por meio da Modelagem Matemática, para que entenda, por exemplo, como os conteúdos matemáticos emergem da Modelagem feita e para que ele se envolva vivenciando esse processo na prática; por fim, o terceiro eixo da formação do professor para Modelagem é o ensinar usando Modelagem. (Lourdes Almeida, entrevista, out. 2024).

Sobre a sequência das fases no ciclo de Modelagem, quando indagamos se os estudantes podem definir o ciclo de Modelagem em uma ordem diferente, a Profa. Lourdes aconselhou que isso não deveria ser feito “do ponto de vista teórico”, para que sejam desenvolvidas as fases naturais em um ciclo de Modelagem com uma sequência lógica de ideias, no entanto, ela destacou que a prática é um pouco diferente. Ela entende que os estudantes, ao percorrerem alguma fase e ao interpretar e analisar que o resultado encontrado em uma fase qualquer não está adequado, podem “ir e voltar quantas vezes forem necessárias”, pois nesse processo de Modelagem, o modelo é algo indispensável

Na minha ideia, Modelagem Matemática sempre tem que ter um modelo que pode ter diferentes características e ser associado a diferentes representações, a depender do nível de escolaridade, como desde uma equação ou função, uma tabela, uma figura, uma relação a um modelo na Matemática Fuzzy. Dessa forma, a Modelagem sempre prevê uma articulação, na qual o aluno aprende Matemática, aprende sobre situações

da realidade, aprende a ser criativo, a ser crítico, isso de forma conjunta. (Lourdes Almeida, entrevista, out. 2024).

A Profa. Lourdes também entende que a Modelagem Matemática é uma dentre as várias alternativas pedagógicas que o professor deve usar e que a “eficiência” no ensino, e, em decorrência, na aprendizagem, decorre justamente dessa articulação de diferentes maneiras de ação do professor na sala de aula.

Em relação à avaliação de atividades de Modelagem, a Profa. Lourdes explicitou que a avaliação está relacionada com a finalidade do professor para cada atividade de Modelagem Matemática, destacando um de seus artigos bastante norteador sobre avaliação em atividades de Modelagem, que analisa 3 dimensões a serem avaliadas: do fazer Modelagem, do uso da Matemática e da compreensão da situação da realidade como um tipo de barema para avaliar a turma em atividades de Modelagem, no qual o professor pode dar diferentes pesos a depender do aspecto que ele quer avaliar, podendo conferir “mais peso” a certa dimensão.

A Profa. Lourdes fez, ainda, algumas sugestões para que professores trabalhem com a Modelagem em sala de aula: “Que introduzam a Modelagem de forma gradativa, trabalhem em grupos, pois alunos trabalhando em grupos tem muitas chances de dar certo, e que o professor seja destemido e persistente, pois não pode ter medo” (Lourdes Almeida, entrevista, out. 2024).

Em nossa análise, podemos considerar a Profa. Lourdes como uma segunda geração da Modelagem, com um forte embasamento teórico-bibliográfico nacional e internacional da Modelagem e uma interlocução com outras áreas do conhecimento como a metacognição, a semiótica peirceana e a filosofia em seus trabalhos, buscando relações com a Modelagem Matemática e aplicando-as em sala de aula.

4.1.3. A voz de Dionísio Burak

O Prof. Dionísio defende uma concepção de Modelagem que compreende um conjunto de procedimentos cujo objetivo é tentar explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer previsões e a tomar decisões”. Sua concepção tem elementos construtivistas, socioconstrutivistas e de aprendizagem significativa e, por trabalhar com o social e o cultural, ele a define como uma concepção de Modelagem na Educação Matemática que pode ser chamada de “cognitivista antropológica”, ainda que ele não entenda que tal concepção possa ser caracterizada dentro da perspectiva cognitivista segundo Kaiser e Sriraman (2006). Essa concepção é fruto de uma trajetória de 4 décadas de “mudanças paradigmáticas”.

Para referenciar teórico-bibliograficamente sua concepção de Modelagem, o Prof. Dionísio afirma se basear nos escritos de Edgar Morin, que defende a totalidade e não fragmentação do conhecimento, e na sociologia de Boaventura de Souza Santos. Dentro dos referenciais da psicologia, ele afirma ter como referências Jean Piaget mas também Lev Vygotsky, ainda acrescentando a aprendizagem espiral de Jerome Bruner, a afetividade infantil da qual trata Henri Wallon e, embora não tenha citado um nome, também se baseia em elementos da antropologia adaptada à Educação: “Pra gente compreender e assimilar melhor o que a gente chama da dinâmica das aulas, com a formação dos grupos, pequenos grupos, com a interação deles” (Dionísio Burak, entrevista, out. 2024).

Esse referencial o impulsionou a construir sua proposta de MEM partindo de temas e não de problemas: “Eu não parto de problemas como normalmente se parte na Matemática mais tradicional. Eu parto de temas. Então, o tema vai trazendo coisas que são interdisciplinares” (Dionísio Burak, entrevista, out. 2024). Por trabalhar com temas a partir do cotidiano das

pessoas que sejam de interesse dos estudantes, ele se baseia em John Dewey.

Outro ponto importante é que o Prof. Dionísio deixa claro que esse referencial o levou a romper com paradigmas e a se preocupar com o “psicológico” do estudante, não somente com o ensino mas também com a aprendizagem e, assim, propor uma Modelagem voltada ao estudante da Educação Básica, que é a sua principal preocupação e o levou a estar sempre fazendo reformulações na sua proposta de MEM: “Então, tive que ir construindo toda uma visão teórica que pudesse fundamentar com coerência, paradigmática e metodológica, a nova visão de Modelagem que foi sendo construída” (Dionísio Burak, entrevista, out. 2024).

A proposta de Modelagem para a sala de aula do Prof. Dionísio, além das etapas, tem dois princípios norteadores e, para determiná-los, um dos primeiros passos, foi abrir mão de escolher o tema a ser trabalhado em sala na Modelagem: “Se eu quisesse fazer mudanças, eu teria que sair disso. Então, deixar que o estudante escolhesse o tema foi um passo que foi gigante nesse sentido de eu abrir mão do meu conforto, da minha zona de conforto” (Dionísio Burak, entrevista, out. 2024). Outro princípio foi a mudança ao propor que “a coleta de dados deve se dar sempre no local de interesse”, mas, posteriormente, ele acrescentou a expressão “sempre que possível”, pois em sua experiência de sala de aula, ele percebeu que nem sempre isso era possível. Ainda outras mudanças vieram à sua proposta de MEM que, inicialmente, em sua tese doutoral, tinha sete etapas, e passou a ter cinco etapas bem definidas, sendo que ele ainda não descarta futuras mudanças.

Como afirma o Prof. Dionísio, essas mudanças tinham como objetivo fazer com que o estudante fosse o protagonista das atividades de Modelagem para que ele não seja apenas reativo, mas sim ativo em todo o processo, orientando, assim, que o professor tenha uma função de mediação a fim de auxiliar os estudantes em todas as etapas, desde a escolha do tema e pesquisa exploratória, passando pela etapa de levantamento dos problemas na qual eles tem que refletir, analisar e interpretar as informações coletadas, transformando-as em linguagem matemática na etapa de resolução dos problemas. Já na última etapa, a análise crítica das soluções, ele salienta como se revela essa análise ao longo do processo: “Eu posso levantar várias hipóteses, resolvendo essas hipóteses, analisando depois se é mais conveniente a hipótese 1, 2 ou 3, poxa, ele está fazendo uma análise crítica daquela situação” (Dionísio Burak, entrevista, out. 2024).

O Prof. Dionísio entende que essas etapas não são rígidas, podendo se dar em ordem diferente da que ele sugere, sendo que ele também não está tão preocupado, na Educação Básica, com a obrigatoriedade de um modelo “sob a forma de uma equação ou de um sistema de equações,” mas sim com a formação do cidadão

Bom, a preocupação minha, como eu disse, não é com o modelo matemático, é com o problema e a resolução dos problemas, está certo? Os modelos matemáticos, eles não estão dentro dessa questão, para mim, da Educação Básica. Para mim, está ali o ensino, a aprendizagem; é o conhecimento, é a formação dos conceitos, é a construção de aprendizagem, de outras aprendizagens. (Dionísio Burak, entrevista, out. 2024)

Como recomendação para professores, Prof. Dionísio sugere que a avaliação não seja tradicional com teste e prova, pois no processo de Modelagem a avaliação deve ser diferenciada, de forma a propor uma situação para que os estudantes, em grupos, façam a Modelagem

Aí, você vai ver se eles realmente assimilaram as coisas, as etapas, se eles conseguem levantar os problemas. Aí, você vai analisar. Ele consegue levantar o problema? Ele formaliza o problema? Ele coloca sob linguagem matemática? Ele coloca sobre isso

quando se trata das questões matemáticas? Ele conseguiu resolver o problema? Ele analisou? Ele fez análise crítica daquela solução? Era a melhor solução? Não. Ele podia ter vários desses tipos de coisas que você quisesse saber. (Dionísio Burak, entrevista, out. 2024)

Em nossa análise, o Prof. Dionísio tem uma proposta mais especificamente voltada para a Educação Básica. Ao longo de suas quatro décadas de trabalho com a Modelagem, a mudança de paradigmas das ciências naturais para as ciências humanas o levou a encontrar “seu próprio caminho” e a uma concepção de Educação Matemática, advinda de William Higginson que incluiu outras áreas das ciências humanas como a psicologia, a antropologia, a sociologia, dentre outras, levando-o a preocupar-se com a aprendizagem do estudante, sendo que esses novos paradigmas influenciaram sua proposta de MEM e o levaram, por exemplo, a abrir mão da obrigatoriedade do modelo, focando mais no desenvolvimento humano do estudante.

4.1.4. A voz de Jonei Barbosa

O Prof. Jonei defende uma concepção de MEM que inclui sua definição de Modelagem como “um ambiente de aprendizagem, no qual os alunos são convidados a indagar e/ou investigar, por meio da Matemática, situações oriundas de outras áreas da realidade” (Barbosa, 2001). Ele também entende que, para se um ambiente de Modelagem, um problema deve ter 2 características principais: “Ser um problema para os alunos, não necessariamente para o professor, mas ser um problema para os alunos; e esse problema deve pertencer às circunstâncias de outras áreas da realidade que não a Matemática” (Jonei Barbosa, entrevista, out. 2024).

Ainda considerando as perspectivas da MEM de acordo com Kaiser e Sriraman (2006), o Prof. Jonei entende que sua concepção se situa na perspectiva sociocrítica da MEM, como ele mesmo assim o destacou em sua tese doutoral, oportunizando caminhos para uma análise crítica sobre a natureza e o uso dos modelos na sociedade: “A perspectiva em que os meus estudos se situaram é a sociocrítica, que vê Modelagem Matemática em termos de um ambiente de aprendizagem que os alunos têm oportunidade de discutir a natureza dos modelos matemáticos e como os modelos matemáticos são ou podem ser usados na sociedade” (Jonei Barbosa, entrevista, out. 2024).

Como referencial teórico-bibliográfico para seus trabalhos, o Prof. Jonei afirma que se baseou na perspectiva da Educação Matemática Crítica (EMC) do Professor Ole Skovsmose: “Então, a própria ideia de ambiente de aprendizagem que eu uso vem do Ole. Essa ideia de olhar para o papel da Matemática, dos modelos matemáticos e a sua natureza é algo que também está presente no trabalho do Ole” (Jonei Barbosa, entrevista, out. 2024). Assim, o Prof. Jonei relaciona seus trabalhos de MEM à EMC destacando que: “Isso não quer dizer que não se está preocupado em desenvolver competências de Modelagem nos estudantes, mas tudo isso é meio, porque o fim é desenvolver essa capacidade de analisar a natureza dos modelos matemáticos e como eles são usados na sociedade” (Jonei Barbosa, entrevista, out. 2024).

Como encaminhamento prático da Modelagem em sala de aula, o Prof. Jonei propõe que os estudantes sejam organizados em grupos, embora não proponha etapas, ciclos ou procedimentos para a MEM, por entender que os estudantes podem seguir esses caminhos mas não necessariamente numa ordem linear, como sugerido por outros teóricos da Modelagem, mas sim de maneira caótica, muito mais sobrepostas umas às outras etapas / ciclos / procedimentos nos quais eles “vão e voltam” o tempo todo: “Mas não quer dizer que aquelas dimensões não aconteçam. Elas acontecem, mas não naquela ordem [...] Então, o fazer, como é a prática, ela é muito mais imprevisível do que os esquemas buscam retratar” (Jonei Barbosa,

entrevista, out. 2024).

Ao ser indagado sobre a obrigatoriedade do modelo, o Prof. Jonei afirma que os estudantes, às vezes, representam a Modelagem que fazem com “contas soltas”, não em forma de equações ou inequações: “Então, para mim, na Modelagem, modelo matemático é qualquer representação matemática da situação. Então, portanto, ele não precisa ter a capacidade de previsão. Ele tem que ser uma representação matemática da situação” (Jonei Barbosa, entrevista, out. 2024).

Buscando trazer a Modelagem para sala de aula, o Prof. Jonei buscou organizar as práticas de Modelagem em casos, a fim de facilitar o entendimento para incentivar os professores a usarem a Modelagem em suas práticas pedagógicas

Ele tem um papel convidativo para os professores, de pavimentar o caminho. De dizer assim, olha, você pode não dar um salto tão grande, mas você pode fazer uma coisa mais controlada, como o caso 1, ou algo inspirado no caso 1, a fim de não ser uma muralha para o professor [...] O professor pode falar assim, eu quero arriscar fazer logo o caso 3. Beleza! Ele nem vai tentar fazer o 1 e o 2 [...]. Mas esses pacotes educacionais, com plataformização da educação, tiram toda a autonomia do professor. (Jonei Barbosa, entrevista, out. 2024)

O Prof. Jonei, em termos de recomendações para os professores, afirma que se eles acham mais difícil fazer algo mais aberto, então, o caso 1 que é uma forma mais controlada, talvez seria algo que se consiga uma maior liberdade para desenvolver, e também recomenda que, ao prescreverem as etapas da Modelagem, os professores deixem claro que estas não são lineares como se apresentam, mas que tentem descrever as realidades

Então, seria muito mais rico, por exemplo, se nós, pesquisadores falássemos que em uma aula baseada em Modelagem Matemática, os alunos se engajam em simplificação do problema, escolha da Matemática, representação matemática da situação, solução do problema, avaliação da solução, mas não necessariamente nessa ordem. (Jonei Barbosa, entrevista, out. 2024)

Ao ser indagado sobre a avaliação do processo de Modelagem, o Prof. Jonei sugere um barema para avaliar as dimensões qualitativa e quantitativa

Uma avaliação qualitativa, que é durante todo o desenvolvimento da aula. Como em qualquer aula, a avaliação qualitativa é na interação com os estudantes, observando o que os estudantes falam, o que os estudantes registram, como os estudantes argumentam. Para a avaliação, a gente pode ter uma espécie de barema, talvez. Os estudantes representaram matematicamente a situação de maneira aceitável? Os estudantes acharam uma solução e avaliaram? Então, talvez, isso é algo que eu nunca fiz, mas talvez o professor pode fazer um barema do que ele espera que os estudantes alcancem. E esse barema teria que ser publicizado anteriormente, para os alunos saberem que parâmetros estão sendo avaliados, já que é para a nota. (Jonei Barbosa, entrevista, out. 2024)

Em nossa análise, essa perspectiva sociocrítica da Modelagem defendida pelo Prof. Jonei trouxe para o estudante a possibilidade de um olhar sobre a natureza e o uso dos modelos matemáticos na sociedade e lançou essa perspectiva que ainda não se configurava nas pesquisas internacionais, ao menos, com essa denominação. Como outras concepções, ele também apresentou sua definição de Modelagem, mas trouxe como novidade o que chamou de casos de

Modelagem, apresentando como os trabalhos de Modelagem estavam sendo feitos aqui no Brasil, até então.

4.1.5. A voz de Milton Rosa

O Prof. Milton defende uma concepção de MEM que é sociocrítica e, simultaneamente, sociocultural: “Então, nós vamos defender uma abordagem, uma concepção da Modelagem que é sociocrítica, muito baseada em Barbosa, e também sociocultural” (Milton Rosa, entrevista, out. 2024). Essa concepção sociocultural da Modelagem Matemática é muito própria da Etnomodelagem e ainda não figura dentro das perspectivas internacionais de Modelagem como propostas por Kaiser e Sriraman (2006), mas encontra fundamentação nos trabalhos dos pesquisadores Milton Rosa e Daniel Orey, embora, segundo o Prof. Milton, ele já tenha feito uma apresentação dessa concepção na *International Conference on the Teaching of Mathematical Modelling and Applications* (ICTMA): “Desde 2011, eu com o Daniel, a gente está levando a questão da Etnomodelagem para os ICTMAs. Então, nos últimos dois ICTMAs, já está havendo uma concepção sociocultural da Modelagem, por meio da Etnomodelagem” (Milton Rosa, entrevista, out. 2024). Tal fato nos mostra que existe possibilidade de expansão nas perspectivas internacionais de Modelagem.

Como referencial teórico-bibliográfico para tal concepção, o Prof. Milton destaca vários pesquisadores nacionais e internacionais

Eu tenho aqui o Barbosa, o Ubiratan, claro, o Bassanezi, importante também, o Rosa e o Orey, que a gente tem um trabalho já [...] A Professora Zulma Elizabete de Freitas Madruga está fazendo um trabalho muito importante em Etnomodelagem aqui no Brasil, principalmente, ali no Nordeste [...] Então, a gente traz o linguista, que é o Pike, e a gente traz dois antropólogos também que fazem analogia de Pike, que é um linguista para a Antropologia, que é o Berry e o Lett. (Milton Rosa, entrevista, out. 2024)

Essa concepção sociocultural relaciona a perspectiva sociocrítica da Modelagem Matemática com uma conexão entre a Etnomatemática e a Modelagem Matemática, denominada de Etnomodelagem: “Mas nós defendemos a conexão entre a Etnomatemática e a perspectiva sociocultural da Modelagem Matemática. É uma perspectiva, sim, única, é específica, a perspectiva sociocultural por meio da Etnomodelagem” (Milton Rosa, entrevista, out. 2024). O Prof. Milton ainda acrescenta dois tipos de conhecimento que se ganha da Etnomodelagem como resultado da conexão entre Etnomatemática e Modelagem Matemática: “Aí, já vou entrar um pouco no pressuposto da Etnomodelagem. Que é o conhecimento êmico, esse conhecimento êmico a gente chama de conhecimento local, e o conhecimento ético que a gente chama de conhecimento global” (Milton Rosa, entrevista, out. 2024). Esses conceitos de êmico e ético são tomados emprestados da Antropologia e o Prof. Milton ainda acrescenta

Então, o ético global, que é de fora da cultura, é a Matemática que a gente aprende nas escolas, na academia, em contextos formalizados, formais de ensino. Enquanto que o êmico local é aquela Matemática que é desenvolvida no cotidiano, pelos membros de culturas diferentes, aquele pensamento ou raciocínio matemático fora da escola. (Milton Rosa, entrevista, out. 2024)

Com relação à Etnomodelagem, o Prof. Milton afirma que seu objetivo é “conectar os aspectos culturais da Matemática com os aspectos escolares e acadêmicos; então, de uma maneira bem simplista, a Etnomodelagem busca adicionar os aspectos socioculturais da

Matemática no processo de Modelagem” (Milton Rosa, entrevista, out. 2024).

Levando em consideração as abordagens dos termos ético e êmico, uma terceira abordagem com um novo termo surge da relação entre os termos ético / global e êmico / local, que é o termo “glocal”, como explica o Prof. Milton: “Glocal seria a combinação ou a conexão entre o local e o global. E aí, o que nós tentamos fazer é uma tradução entre os conhecimentos matemáticos locais e globais por meio da Etnomodelagem” (Milton Rosa, entrevista, out. 2024). Assim, o glocal estabelece um diálogo entre o ético / global e êmico / local, por isso, o Prof. Milton se referiu ao termo glocal, em algum momento, como “dialógico”, conceitos que estão relacionados ao se fazer Etnomodelagem.

Como encaminhamento prático em sala de aula, o Prof. Milton sugeriu que seja feito o trabalho com as três abordagens: êmica, ética e dialógica, relacionando o conhecimento cultural de como o indivíduo resolve um problema de acordo com os conhecimentos que ele aprendeu na sua comunidade, e depois de como fazer usando o conhecimento matemático escolar para, por fim, tentar combinar essas abordagens cultural e escolar, da seguinte forma

O encaminhamento prático em sala de aula é você trabalhar com as 3 abordagens, eu trabalhar com as abordagens êmica, ética e dialógica. Então, primeiro, por exemplo, eu posso apresentar um grupo de atividades ou ações pedagógicas que comecem com o aspecto cultural do aluno, com as atividades que ele realiza no cotidiano; depois a gente encaminha para um aspecto de escola, primeiro, fora da sala de aula, depois, dentro da sala de aula, que sirva o contexto ético mais global, aí, trabalhando com as fórmulas, etc e, num terceiro momento, tentar juntar ou combinar essas duas abordagens, tanto a local quanto a global. (Milton Rosa, entrevista, out. 2024)

Ainda pensando nesse encaminhamento prático, o Prof. Milton esclareceu que, nesse processo, ele entende que o modelo ou etnomodelo perseguido é algo que não é obrigatório, embora percebamos, em suas falas, que ele não descarta a possibilidade de se chegar a um possível modelo ou etnomodelo: “Nós não trabalhamos com a perspectiva de que, no final do processo você tenha um modelo, um etnomodelo elaborado. Porque, para nós, o mais importante é o processo de modelagem, não é o produto, que é o modelo”. (Milton Rosa, entrevista, out. 2024). Dessa forma o processo é mais considerado do que o produto. Ele também destaca a forma sob a qual o modelo pode aparecer, caso o estudante não consiga transcrevê-lo ou representá-lo matematicamente: “Então, como a gente está trabalhando, por exemplo, com os aspectos culturais da Matemática, se uma pessoa não consegue elaborar uma representação daquele modelo, a gente vai escrever o que ela está falando” (Milton Rosa, entrevista, out. 2024). Assim, temos aqui uma espécie de modelo retórico, ao qual ele acrescenta um detalhe sobre o encaminhamento inicial do processo de Modelagem: “É verdade, você vai fazer um *brainstorming* e verificar com o aluno aquilo que ele quer estudar, dividir a classe em grupos, etc. Ou o professor levar um tema qualquer também. São aqueles 3 casos que o próprio Barbosa fornece para a gente” (Milton Rosa, entrevista, out. 2024).

Como recomendação a professores, o Prof. Milton destaca a importância de se ouvir e entender o estudante, de onde ele vem e tentar entender em que cultura ele está imerso

Então, tentar compreender quem é esse aluno, dar voz para esse aluno em sala de aula, para tentar expor as suas ideias e os seus procedimentos e permitir que esse aluno fale [...] Vamos tentar entender qual é esse processo, como que o aluno lida com essa situação. Mostrar esse processo, talvez mostrar para a sala de aula isso também [...] Essa valorização do aluno enquanto pessoa é muito importante para o processo de ensino-aprendizagem” (Milton Rosa, entrevista, out. 2024).

A respeito da avaliação do processo de Modelagem, o Prof. Milton recomenda que tal avaliação se dê desde o início do processo: “Então, nós avaliamos o processo. Todo o processo, tanto na Modelagem, é a mesma coisa. Não é só na Etnomodelagem, não. Na Modelagem, também eu entendo que a gente tem que avaliar o processo” (Milton Rosa, entrevista, out. 2024).

Em nossa análise, essa perspectiva de Modelagem do Prof. Milton, que ele denomina de sociocultural, é completamente nova e entendemos ainda estar em processo de divulgação, embora ele cite ao menos mais pesquisadores que têm realizado pesquisas também nessa perspectiva. Como características principais, podemos perceber um forte olhar para a cultura do estudante e como ela se revela na resolução de problemas, para o ser do estudante e para a natureza e o uso dos modelos na sociedade, como também é proposto na perspectiva sociocrítica.

4.2. A Criticidade em Modelagem na Educação Matemática

4.2.1. A voz de Rodney Bassanezi

Assim como a concepção de Modelagem do Prof. Rodney originou-se das suas experiências e notas de aulas e do despertar pela beleza da Matemática presenciada em apresentações de colegas, não possuindo um referencial teórico específico, assim também o Prof. Rodney entende a criticidade em suas experiências de cursos ministrados em ambiente extraescolar: “Essa parte da Modelagem mais ligada ao desenvolvimento humano, digamos, eu tive algumas experiências, mas não com alunos que iam ser professores, e sim com um pessoal do povo mesmo” (Rodney Bassanezi, entrevista, out. 2024).

Quando indagado sobre como a Modelagem contribui para o indivíduo ser uma pessoa mais reflexiva, um cidadão mais ativo na sociedade, ele salientou que: “A Modelagem ensina o cara a pensar [...] ele não vai mais aceitar que você resolva um problema para ele. Ele quer propor um problema para resolver em conjunto” (Rodney Bassanezi, entrevista, out. 2024).

Segundo o Prof. Rodney, a Modelagem atua na formação de cidadãos críticos, reflexivos, autônomos e que não delegam a outros, possíveis decisões que precisam tomar, mesmo quando envolvem Matemática, entretanto: “Então, não existe um modelo definitivo, como eu disse. O modelo é bom quando ele serve para ser modificado. Se você faz um modelo que nem serve para ser modificado, pode jogar fora” (Rodney Bassanezi, entrevista, out. 2024).

Em relação à criticidade, o Prof. Rodney a concebe como um importante elemento que se revela por meio de certas perguntas: “Então, é um processo, Modelagem é um processo dinâmico, ele não tem fim. E a pergunta é sempre: E se...? Você vai e se...? Você muda o seu modelo, você muda o seu teorema. Então, é o questionamento. Você não pode ficar concordando com tudo. E se...?” (Rodney Bassanezi, entrevista, out. 2024).

Por fim, a recomendação feita pelo Prof. Rodney para professores é que façam uma Modelagem que seja motivadora para os grupos com os quais estão trabalhando, citando cursos de Modelagem que ministrou para seringueiros na Amazônia, garimpeiros e tecelãs de redes no Mato Grosso.

Em nossa análise, percebemos que o Prof. Rodney não pensou, originalmente, em “fazer Modelagem para a criticidade” e também não defende uma concepção específica de criticidade, mas, com sua experiência, percebeu que a MEM ajuda o indivíduo a pensar, a não aceitar ser conduzido, por não mais aceitar que resolvam o problema para ele, fazendo com que esteja envolvido nas discussões, ainda que envolvam Matemática.

4.2.2. A voz de Lourdes Almeida

Em relação à criticidade, a Profa. Lourdes entende que o “ser crítico” está relacionado a estar atento e não alheio aos assuntos que envolvem a sociedade da qual se participa, buscando contribuir, de alguma forma: “Então, ser crítico é estar atento aos assuntos sociais, mas ao mesmo tempo estar envolvido nesse contexto social, de forma a propiciar condições que conduzam à identificação dos problemas e de uma consequente intervenção” (Lourdes Almeida, entrevista, out. 2024). Ela destaca que uma das formas como essa posição crítica se manifesta é não aceitar prontamente afirmações e verdades inquestionáveis que, talvez, sejam aceitas por todos: “Não aceitar o que parece óbvio e nos é apresentado como uma verdade indubitável, e pode nos levar a questionar razões que sustentam determinadas verdades” (Lourdes Almeida, entrevista, out. 2024).

A Profa. Lourdes chamou a atenção para dois tipos de consciência que ela assim caracteriza

Então, naturalmente, a consciência ingênua é aquela em que a pessoa que a tem não tem consciência dos fatores que a levam a pensar ou agir daquela maneira. E já a consciência crítica é aquela em que o sujeito, ele tem uma consciência clara de por que ele está agindo de determinada maneira [...] Então, desenvolver essa consciência crítica, na sala de aula, que é uma necessidade, digamos assim, no processo formativo, é uma coisa que pode ser fortalecida pela Modelagem Matemática. (Lourdes Almeida, entrevista, out. 2024)

Assim, a Profa. Lourdes apontou o caminho para tal desenvolvimento da consciência crítica, justamente a partir de algumas características da perspectiva sociocrítica de Modelagem

Agora, existe uma coisa muito interessante na Modelagem Matemática, que é a crítica da Matemática e a crítica mediante a Matemática. Isso são duas coisas muito interessantes que a gente pode promover em atividades de Modelagem Matemática [...] Se a gente pensa que a Matemática é sempre tão ingênua e leva a resultados sempre precisos e corretos, não é verdade. Ela tem um poder, digamos assim, de manipulação de procedimentos e de resultados” (Lourdes Almeida, entrevista, out. 2024).

Como suas referências para a criticidade no Brasil, a Profa. Lourdes citou Ole Skovsmose, como referência da Educação Matemática Crítica, o brasileiro Álvaro Vieira Pinto, de quem afirmou gostar muito, Paulo Freire, Jonei Barbosa, com a proposta brasileira da perspectiva sociocrítica da Modelagem e Jussara Araújo. No âmbito internacional, citou Marilyn Frankenstein de quem, também, afirmou gostar muito.

A Profa. Lourdes voltou a fazer uma ressalva sobre a importância do papel do professor em sala de aula, quando se referiu à importância da função do professor, que precisa ser decisiva no despertar o estudante para a criticidade, com atividades que proporcionem esse despertar: “Agora, o professor é o agente, isso que eu volto a dizer, para que isso aconteça, ele tem que introduzir atividades de Modelagem que tenham esse viés, assim, que levem a essas discussões, porque não são todas elas que vão levar a isso” (Lourdes Almeida, entrevista, out. 2024).

Mais detalhadamente, a Profa. Lourdes especifica o que fazer para chegar a tal objetivo: “Essas críticas da / pela Matemática são imbuídas, são carregadas de um conhecimento reflexivo. E o conhecimento reflexivo vai justamente ao encontro de relações com reflexão e cidadania” (Lourdes Almeida, entrevista out. 2024). Ela destacou que se deve trabalhar com a Modelagem na perspectiva sociocrítica para desenvolver o conhecimento reflexivo, fazendo o

estudante pensar criticamente, relacionando o que se estuda e discutindo com questões de cidadania, pois o conhecimento reflexivo não será desenvolvido mediante as práticas tradicionais com somente aulas expositivas que priorizam o acúmulo de informações recebidas pelo estudante, ou seja, é requerida uma outra atitude pedagógica do professor

Então, passar de uma Educação que não prioriza o acúmulo de informações, mas que procura informações associadas, articuladas, é isso que vai fazer com que o aluno desenvolva seu conhecimento reflexivo e desenvolva aquilo que a gente falou lá no início, a sua consciência crítica, de modo que ele, então, não se torne um ouvinte, apenas um ouvinte do professor, mas um participante da aula, ativo. (Lourdes Almeida, entrevista, out. 2024)

Como recomendações finais para professores e pesquisadores a Profa. Lourdes insistiu no fato de que se o professor quer que o estudante desperte para determinadas coisas, ele tem que introduzir um tema de Modelagem que o leve a isso, ou seja, a esta perspectiva sociocrítica, e ainda acrescentou: “Se o professor não chama atenção para isso, não se atém, não introduz atividades que tenham potencial para isso, essa criticidade pode passar despercebida” (Lourdes Almeida, entrevista, out. 2024).

Em nossa análise, é possível perceber que essa visão de criticidade da Profa. Lourdes coaduna com um forte embasamento na perspectiva sociocrítica da MEM, imbuída de pressupostos da EMC e trazendo também elementos claros dos trabalhos do Paulo Freire. Percebemos, ainda, que segundo a Profa. Lourdes, a criticidade deve perpassar todas as fases do ciclo de Modelagem por ela defendido.

4.2.3. A voz de Dionísio Burak

O Prof. Dionísio, a princípio, não defendeu uma concepção específica de criticidade e nem baseou seus trabalhos em um referencial teórico específico de criticidade, embora tenha citado os escritos de David Carraher sobre o senso crítico. Ele entende que

A criticidade, o senso crítico, é uma habilidade cognitiva. E, veja, é da cognição do sujeito. Então, são essas ações de buscar, de saber que site é o melhor, de saber onde buscar, de tomar decisões, de conjecturar, levantar hipóteses, avaliar, analisar [...] Assim, praticamente em todas as etapas da Modelagem na concepção da Educação Matemática, se tem o condão de trazer a criticidade. Mas se não for estimulado essas coisas, se o professor não se preocupar, é uma aula comum, porque não é a Modelagem que vai dar tudo isso. É também a postura do professor. (Dionísio Burak, entrevista, out. 2024)

Dessa forma, o Prof. Dionísio deixou claro que entende que a criticidade está em todas as etapas da sua proposta de Modelagem e, mais especificamente, a criticidade se revela na escolha do tema, quando os estudantes argumentam nos grupos, e se revela na fase da pesquisa exploratória, aceitando ou rejeitando fontes de informações. Seguindo na mesma direção, no encaminhamento prático em sala de aula a fim de fomentar a ativa participação do estudante, para desenvolver o senso crítico e autonomia intelectual, segundo ele, é necessário levar o estudante a buscar as informações que precisa, não dando tudo pronto para que ele seja apenas reativo nos processos de ensino e de aprendizagem: “Como é que se desenvolve a autonomia numa sala de aula se você dá tudo pronto, se dá tudo acabado? O aluno só tem que ser reativo, ele não é ativo. Como é que se vai desenvolver a autonomia?” (Dionísio Burak, entrevista, out. 2024).

Dessa forma, o Prof. Dionísio entende que a aprendizagem por meio da MEM deve contribuir para a formação de uma pessoa cidadã mais ativa e participativa na sociedade, mais reflexiva, vendo as situações de forma mais crítica e não ingênua

Quando ela tiver autonomia, quando ela refletir, quando ela criticar, quando ela julgar, quando ela tiver capacidade de tomar decisões, levantar situações, hipóteses e avaliar cada uma dessas hipóteses, ela está se preparando para ser um cidadão de melhor qualidade, mais consciente. Não é aquele que vai na conversa dos outros, mas aquele que forma a sua opinião e a sua ação. É nesse sentido que considero que, para a cidadania, a Modelagem nessa concepção da Educação Matemática é importante. (Dionísio Burak, entrevista, out. 2024)

Como recomendações a professores e pesquisadores, o Prof. Dionísio afirmou que sempre deve-se ter atenção para o “ser do estudante”: “Acho que a preocupação do professor deve ser de ter uma metodologia que leva em consideração o ser do estudante e considera o desenvolvimento crítico importante também para as crianças” (Dionísio Burak, entrevista, out. 2024). Tal preocupação esteve presente quando ele destacou a necessidade de uma prática bem fundamentada e a necessidade de se entender sobre Educação Matemática, sobre a consideração com o estudante como um todo, advinda de um professor com uma prática fundamentada em pesquisas.

Em nossa análise, percebemos claramente que o Prof. Dionísio não tem apenas uma proposta de MEM, mas sim toda uma concepção de Educação Matemática pela qual permeia a criticidade pois, na prática de Modelagem, ele defendeu que a criticidade deve estar presente em todas as etapas por ele propostas. Embora ele não tenha revelado possuir um embasamento teórico específico sobre a criticidade, em sua concepção de MEM é possível percebermos algumas interseções de suas reflexões, análises críticas e ponderações compatíveis com a Educação Crítica e Educação Matemática Crítica.

4.2.4. A voz de Jonei Barbosa

O Prof. Jonei elaborou e nomeou, em sua tese doutoral, a perspectiva sociocrítica da Modelagem e defendeu uma concepção de criticidade oriunda dessa perspectiva sociocrítica que fomenta, entre os estudantes, discussões reflexivas e que vão para questões de aplicações na sociedade. Essas discussões reflexivas são assim definidas pelo Prof. Jonei

São quando os estudantes comparam os pressupostos utilizados na construção do modelo matemático, na representação matemática, e os resultados. E eles percebem como que os resultados são dependentes dos pressupostos utilizados [...] Quando eles discutem como é que esse modelo, ou os modelos que foram produzidos, eles são ou podem ser usados na sociedade, fora da sala de aula. (Jonei Barbosa, entrevista, out. 2024)

Como sua concepção de criticidade está fortemente ligada à Modelagem na perspectiva sociocrítica, o Prof. Jonei também citou como embasamento teórico-bibliográfico para a criticidade os escritos de Ole Skovsmose: “Os aportes do Ole foi que me deu o start, me deu a chave para poder clarear as coisas, elaborar melhor” (Jonei Barbosa, entrevista, out. 2024).

No encaminhamento prático de sala de aula, o Prof. Jonei afirmou que orienta o professor a organizar os estudantes em grupos, para produzir as suas soluções e os procedimentos para modelar a situação escolhida de uma outra área da realidade que não seja a Matemática: “E aí, uma forma de estimular os estudantes a produzirem discussões reflexivas é

você dar situações abertas, seja no caso 1, ou 2, ou 3, mas que quem vai fazer a simplificação é os estudantes” (Jonei Barbosa, entrevista, out. 2024).

Segundo o Prof. Jonei, os estudantes devem ter função ativa no processo de Modelagem, não serem passivos e nem apenas reativos. Para levá-los a produzirem as tão esperadas discussões reflexivas, ele destacou que

Se eles estão trabalhando em diferentes grupos, eles irão simplificar de maneiras diferentes e vão, portanto, produzir diferentes modelos e diferentes soluções. E, portanto, na hora que o professor chama os grupos para a lousa, para apresentar os resultados, o professor deve fomentar um confronto de discussões para que os estudantes reflitam o porquê de diferentes resultados para um mesmo problema. E aí vem o pulo do gato do professor: Olha, tem dois resultados diferentes, tem três resultados diferentes. Qual é o certo? Esse tipo de intervenção do professor provoca os estudantes a compararem as soluções diferentes produzidas por grupos diferentes. (Jonei Barbosa, entrevista, out. 2024)

Ainda segundo o Prof. Jonei, esse é um tipo de discussão que fomenta a reflexão sobre a natureza dos modelos, mas ainda é necessário um outro tipo de diálogo sobre o uso dos modelos, relacionada à importância da função mediadora do professor da turma em levantar as discussões necessárias para produzir as discussões reflexivas: “E aí também, na discussão, o professor pode levantar a questão sobre que modelos são mais apropriados para que posições na sociedade” (Jonei Barbosa, entrevista, out. 2024). Citando uma atividade de Modelagem que ele propôs a estudantes sobre o aumento do transporte, o Prof. Jonei sugeriu algumas questões que poderiam fomentar as discussões sobre o uso dos modelos na sociedade: “Aí você pode perguntar: Se você é o usuário, que modelo é mais propício para a sua argumentação? Se você é o representante das empresas de transportes, que modelo é mais adequado para você?” (Jonei Barbosa, entrevista, out. 2024).

Por fim, o Prof. Jonei teceu algumas recomendações para os professores, atrelando uma contribuição de sua proposta para a construção da cidadania: “Isso, vai fazer uma contribuição. Porque a aula de matemática não tem esse poder todo. Mas a gente coloca a aula de Matemática a serviço desse propósito da cidadania” (Jonei Barbosa, entrevista, out. 2024). Mais uma vez, então, ele salientou a importância da função do professor em sala de aula para fomentar a produção de discussões reflexivas: “Discussões reflexivas não brotam do nada na sala de aula. É preciso que a organização pedagógica do ambiente de Modelagem seja feita de tal maneira para propiciar essas discussões” (Jonei Barbosa, entrevista, out. 2024).

Em nossa análise, é possível perceber de forma clara que a criticidade na concepção de MEM do Prof. Jonei possui uma forte carga de influência no encaminhamento prático de uma atividade de Modelagem Matemática em sala de aula, podendo contribuir para a construção da cidadania e para o desenvolvimento do senso crítico e reflexivo do estudante, mediante a crítica da / pela Matemática, numa clara relação entre sua concepção e os pressupostos da EMC.

4.2.5. A voz de Milton Rosa

O Prof. Milton defendeu uma concepção de criticidade que proporciona a tomada de consciência do indivíduo para a compreensão da realidade da comunidade em que vive, a fim de refletir, analisar e tomar decisões sobre essa realidade

Essa dimensão crítica da Modelagem, no nosso ponto de vista, vai estar fundamentada na compreensão e no entendimento da realidade. Da realidade do contexto do próprio aluno. Do próprio contexto do aluno, nesse caso. E, para que ele possa, por exemplo,

refletir, analisar e tomar decisões sobre essa realidade. Então, nós entendemos também que a criticidade vai estar relacionada com uma tomada de decisão. (Milton Rosa, entrevista, out. 2024)

Por ter sua concepção de criticidade ligada à perspectiva sociocrítica de Barbosa (2001), o Prof. Milton apontou-o como embasamento teórico, além de outros pesquisadores como Rodney Bassanezi, Jussara Araújo, e alguns trabalhos próprios, tais como Rosa, Reis e Orey (2012)

Então, para a questão da criticidade, eu também uso Barbosa de 2001, que foi a tese dele, depois aquele artigo que ele escreve para o ZDM, em 2006. Também Bassanezi. Araújo também traz algumas coisas importantes sobre a questão da criticidade. E depois o nosso próprio trabalho. Tem até um trabalho que eu e o Daniel escrevemos com o Frederico também, em 2012. (Milton Rosa, entrevista, out. 2024)

Como encaminhamento prático em sala de aula, o Prof. Milton afirmou entender que a criticidade está em todo o processo, desde o início até o final, passando por todas as etapas e/ou fases

Se a gente for considerar etapas da Modelagem, ou fases, no caso nosso, nós entendemos que essa criticidade vai acontecer em todo esse processo. No processo de resolução de situações-problemas da realidade na qual o estudante esteja inserido, a fim de levar os estudantes a refletirem. Então, dessa maneira, eu entendo que a gente pode discutir essas situações e problemas cotidianos com o objetivo de provocar reflexões nesses alunos [...] O próprio Barbosa, acho que fala muito sobre isso, que são reflexões sobre o papel da Matemática ou dos modelos e etnomodelos na própria sociedade [...] Eu entendo que a Modelagem ou Etnomodelagem, ela possibilita esse despertar. Claro que se o professor também não tiver interesse para que esse despertar aconteça, não vai acontecer. (Milton Rosa, entrevista, out. 2024)

Ainda, segundo o Prof. Milton, o despertar da criticidade do estudante deve possibilitar uma ação para que ele possa interferir na sua realidade e modificá-la a seu favor como um cidadão: “Porque como que ele pode se transformar, ou se tornar um cidadão, por exemplo, se ele não sabe como agir?” (Milton Rosa, entrevista, out. 2024). O Prof. Milton buscou também combinar a ação do professor e os pressupostos do ambiente de aprendizagem da Modelagem ou Etnomodelagem, para possibilitar a reflexão para a criticidade: “Então, a gente entende que essa Modelagem como ambiente de aprendizagem, como foi colocado antes, ela possibilita que o aluno possa desenvolver essa criticidade, também essa reflexão sobre aquilo que está acontecendo.” (Milton Rosa, entrevista, out. 2024). O Prof. Milton detalhou, ainda, como concebe a relação entre criticidade, reflexão e cidadania: “Então, eu vejo que tanto a criticidade como a reflexão, elas estão muito interligadas com a questão da cidadania. Acho que é um ciclo. A reflexão possibilita a criticidade, que possibilita o desenvolvimento da cidadania, e o ciclo continua” (Milton Rosa, entrevista, out. 2024).

Por fim, o Prof. Milton destacou a criticidade em suas recomendações a professores em relação ao papel do professor de conduzir os processos de ensino e aprendizagem, especificamente, por meio da Modelagem ou Etnomodelagem, de forma a levar os estudantes a desenvolverem um senso crítico: “Essa questão da criticidade também está muito ligada com o papel dos professores na sala de aula. Como que esses professores estão conduzindo o processo de Modelagem? É um processo de Modelagem que leva o aluno a pensar sobre esses problemas?” (Milton Rosa, entrevista, out. 2024).

Em nossa análise, percebemos que a perspectiva sociocultural da Modelagem Matemática defendida pelo Prof. Milton, oriunda da conexão entre a Etnomodelagem e a perspectiva sociocrítica da Modelagem, na qual ele também embasa teoricamente seus pressupostos de criticidade, pode proporcionar uma análise crítica de modelos ou etnomodelos matemáticos, bem como do seu uso na sociedade, levando o estudante a tomar consciência das questões que o envolvem na sociedade / comunidade em que vive e buscando dar-lhe condições de entender como interferir, de modo a buscar mudanças e melhorias.

5 Considerações Finais

Entendemos que as vozes dos pesquisadores escolhidos por nós, a partir de seu reconhecimento / inserção nos cenários nacional e internacional da pesquisa acadêmica em Modelagem Matemática, apresentaram abordagens e enfoques da criticidade na MEM que, se não são totalmente convergentes, também não podem ser qualificadas como antagonistas, uma vez que revelaram várias características similares, especialmente, na forma de emergir a criticidade nas práticas de Modelagem.

Inicialmente, percebemos que as concepções de Modelagem dos nossos entrevistados têm muitos pontos em comum e que, sob certa ótica, são muito influenciadas pelos precursores da MEM do Brasil, caso do próprio Rodney Bassanezi, embora com uma fundamentação teórico-bibliográfica diferenciada e com certa diversidade de bases epistemológicas.

Notamos que algumas concepções de MEM dos nossos entrevistados têm em comum, por exemplo, a existência de etapas / fases / ciclos que orientam o trabalho de Modelagem, com exceção da concepção de Jonei Barbosa que não se pauta de tal forma, embora todos entendam e reconheçam que tais etapas não acontecem de forma linear, sendo a prática de Modelagem, por vezes, um processo muito mais caótico e não necessariamente organizado sequencialmente.

Percebemos, também, que outra característica presente em todas as concepções aqui retratadas é a recomendação de que os estudantes sejam organizados em grupos para realizarem o processo de Modelagem e de que, preferencialmente, eles próprios devem escolher o tema ou problema a ser estudado. Outra característica comum é que todas as propostas de Modelagem incluem uma comunicação ou algum tipo de socialização dos resultados de cada grupo para os outros grupos.

A obrigatoriedade e a forma pela qual os modelos devem se apresentar é algo que também se destaca, pois a maioria dos pesquisadores aqui entrevistados entendem que os modelos não são obrigatórios, ainda que não totalmente dispensáveis, pois o foco deve estar mais no processo do que no produto, observando que o modelo pode ser obtido sob a forma de uma equação, uma condição de previsibilidade ou outra relação, ou seja, há uma flexibilidade na forma pela qual o modelo possa se apresentar, podendo ser desde um modelo propriamente dito a um modelo basicamente retórico.

Já a avaliação em MEM pareceu-nos uma questão a ser mais e melhor investigada pois, com exceção de Lourdes Almeida e Dionísio Burak, nossos demais entrevistados não demonstraram percursos avaliativos bem definidos por meio de resultados de pesquisas, para além da importância de uma avaliação processual e contínua.

Adentrando na questão da criticidade, as vozes dos pesquisadores refletiram uma clara coerência teórica e prática entre suas abordagens e enfoques da criticidade e de seu papel no desenvolvimento de atividades de Modelagem com as suas próprias concepções / perspectivas teórico-metodológicas de MEM.

Independentemente de adotarem ou não um referencial teórico-bibliográfico sobre

criticidade para sustentar suas concepções, todos os nossos entrevistados destacaram que a criticidade é intrínseca à Modelagem, ou seja, está inerentemente atrelada a todas as etapas / fases / ciclos de MEM e, em última análise, é fundamental para a formação crítica, reflexiva e cidadã dos estudantes.

Outrossim, para que a Modelagem, de fato, alcance tal potencial de contribuição para uma formação plena dos estudantes, nossos entrevistados foram simplesmente unânimes em ressaltar a essencialidade da ação do professor em sala de aula, conduzindo os processos de ensino e de aprendizagem de forma autônoma e, simultaneamente, consciente, com vistas a fomentar oportunidades de despertar e lapidar a criticidade nas práticas / atividades de Modelagem.

Por fim, cabe destacar que, se por um lado, nossos entrevistados não se manifestaram preocupados em “enquadrar” suas concepções de MEM nas perspectivas internacionais até então descritas, por outro lado, suas ideias alavancam o surgimento de novas perspectivas, como no caso da concepção sociocultural defendida por Milton Rosa, o que, por um lado, demonstra toda a potencialidade e a qualidade da pesquisa em MEM desenvolvida no Brasil e, por outro lado, constitui-se num fértil campo para futuras investigações sobre as relações entre concepções / perspectivas teórico-metodológicas e abordagens / enfoques da criticidade em MEM.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Referências

- Barbosa, J. C. (2001). Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico. In: *Anais da 24ª Reunião Anual da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação* (pp. 1-30). Caxambu, MG.
- Bassanezi, R. C. (2002). *Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática: uma nova estratégia*. (1. ed.). São Paulo, SP: Contexto.
- Biembengut, M. S. (2009). 30 Anos de Modelagem Matemática na Educação Brasileira: das propostas primeiras às propostas atuais. *Alexandria*, 2(2), 7-32.
- Kaiser, G. & Sriraman, B. (2006). A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. *ZDM*, 38(3), 302-310.
- Lopes, A. P. C. & Reis, F. S. (2022). Contributions of Mathematical Modelling for Learning Differential Equations. *Acta Scientiae*, 24(3), 184-213. <https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.7011>
- Lopes, A. P. C. & Reis, F. S. (2024). Teaching Modeling via Google Meet: a new perspective on Mathematics. *Zetetiké*, 31(1), 1-16. <https://doi.org/10.20396/zet.v32i00.8668181>
- Lüdke, M. & André, M. E. D. A. (2018). *Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas*. (2. ed.). Rio de Janeiro, RJ: EPU.
- Morais, M. S.; Reis, F. S. & Lopes, A. P. C. (2025). A criticidade em Modelagem na Educação Matemática: vozes das pesquisas. *Revemop*, 7(1), 1-26.
- Reis, F. S. & Araújo, S. A. (2023). Perspectives for Mathematics Education in Higher Education from research on Modeling in Differential Equations teaching. *Caminhos da Educação Matemática em Revista*, 13(1), 61-75.
- Rosa, M.; Reis, F. S. & Orey, D. C. (2012). A Modelagem Matemática Crítica nos Cursos de Formação de Professores de Matemática. *Acta Scientiae*, 14(2), 159-184.