

A Matemática na Modelagem Matemática na Educação Matemática: algumas compreensões

Mathematics in Mathematical Modeling in Mathematics Education: some understandings

Rosangela Ramon¹
Tiago Emanuel Klüber²

Resumo: Nesse texto, detemo-nos a apresentar parte dos resultados da pesquisa de doutorado que investigou a Matemática na Modelagem Matemática na Educação Matemática. Para a pesquisa assumimos uma visão fenomenológica de conhecimento, que tem como uma de suas características a suspensão de crenças, teorias e expectativas em relação ao investigado. A interrogação que orientou esta pesquisa foi: *O que é isto, a Matemática na Modelagem Matemática na Educação Matemática?* Neste texto, apresentamos resultados dessa pesquisa, tais como, o entendimento de que a Matemática é a aplicação da Matemática, a Matemática da Modelagem não tem certo ou errado, é uma Matemática mais flexível e pode ser menos rigorosa do que em outros contextos.

Palavras-chave: Matemática. Modelagem Matemática. Educação Matemática. Fenomenologia. Filosofia da Educação Matemática.

Abstract: In this text, we present part of the results of the doctoral research that investigated Mathematics in Mathematical Modeling in Mathematics Education. For the research, we assumed a phenomenological view of knowledge, which has as one of its characteristics the suspension of beliefs, theories and expectations in relation to the investigated. The question that guided this research was: What is this, Mathematics in Mathematical Modeling in Mathematics Education? In this text, we present results of this research, such as the understanding that Mathematics is the application of Mathematics, the Mathematics of Modeling has no right or wrong, is a more flexible Mathematics and can be less rigorous than in other contexts.

Keywords: Mathematics. Mathematical Modeling. Mathematics Education. Phenomenology. Philosophy of Mathematics Education.

1 A Modelagem Matemática no contexto educacional

A Modelagem Matemática na Educação Matemática³ é uma temática discutida no cenário brasileiro e internacional. A busca de pesquisadores da área da Matemática Aplicada para compreender uma situação/problema, com Matemática, se mostrou atrativa para professores e pesquisadores da Educação Matemática, que a incorporaram no contexto educacional.

Os objetivos e modos de proceder da Modelagem Matemática na Educação Matemática são próprios, pois o foco está na formação dos estudantes. Nesse sentido, é importante sinalizar que, no contexto educacional, as abordagens realizadas são variadas, de acordo com as classificações apresentadas por Kaiser e Sriraman (2006) ou Galbraith (2012), ou pela concepção assumida, tais como as de Barbosa (2004), Bassanezi (2002) e Burak (1992), entre

¹ Instituto Federal de Santa Catarina • Xaxim, SC — Brasil •  rosangela.ramon@ifsc.edu.br • ORCID <https://orcid.org/0000-0003-1105-8138>

² Universidade Estadual do Oeste do Paraná • Cascavel, PR — Brasil •  tiagokluber@gmail.com • ORCID <https://orcid.org/0000-0003-0971-6016>

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

outras.

Cabe destacar que a nível brasileiro, devido à importância dada à Modelagem no contexto educacional, existem eventos específicos para a discussão e divulgação de pesquisas e relatos de experiência, tais como a Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática (CNMEM), o Encontro Paranaense de Modelagem na Educação Matemática (EPMEM) e o Encontro Paraense de Modelagem Matemática (EPAMM). Além deles, há também grupos de discussões dentro de outros eventos destinados à Educação Matemática, tais como Encontro Nacional de Educação Matemática (ENEM) e Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática (SIPEM).

Acuña, Rojas, Babb e Rocha (2023), ao investigarem as produções sobre Modelagem em artigos das principais revistas internacionais de pesquisa e capítulos de livros, relatam que o Brasil é o país com maior número de publicações sobre Modelagem na América Latina, de acordo com os critérios por eles estabelecidos. Segundo o estudo, em termos de publicações mundiais o Brasil está na terceira colocação. Considerando somente publicações em livros e revistas não latinas, o Brasil está em quarto lugar. Embora a pesquisa supramencionada conte com restrições nas buscas de dados, apresenta-se como um resultado quantitativo relevante frente à produção da comunidade da Modelagem Matemática. Só para termos um quantitativo da ampla produção de pesquisas nacionais que tematizam a Modelagem Matemática na Educação Matemática, nos últimos 10 anos (2013 a 2023) foram defendidas mais de 500 trabalhos, entre dissertações e teses, segundo a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações⁴, quando pesquisamos pelos termos Modelagem Matemática e Educação Matemática. Um número significativamente expressivo para o curto espaço de tempo.

Esses resultados quantitativos da produção brasileira na área da Modelagem são importantes, porém, para além do volume da produção, entendemos que é relevante voltar nosso olhar para as ideias que são disseminadas na comunidade acadêmica da Modelagem, fazendo um movimento de aprofundamento e não apenas de expansão.

Deste ponto de vista, detemo-nos a apresentar parte dos resultados da pesquisa de doutorado de Ramon (2024), tese em formato *multipaper*, que investigou a compreensão, em termos filosóficos, da Matemática na Modelagem Matemática na Educação Matemática. A interrogação que norteou a pesquisa foi: *O que é isto, a Matemática na Modelagem Matemática na Educação Matemática?* Para dar conta do interrogado, se impôs a necessidade de um estudo sobre as ideias de Matemática que vêm sendo disseminadas pela tradição ocidental. Nesse sentido, na tese há três artigos focam a Matemática, sob diferentes aspectos.

No primeiro, expomos compreensões concernentes à Matemática das filosofias platônica, aristotélica e kantiana, ao nos dedicarmos ao estudo dos livros *A República*, *Metafísica* e *Crítica da Razão Pura*, bem como de alguns comentadores dessas obras. Posteriormente articulamos reflexões dessas filosofias para a Educação Matemática. A investigação revelou modos diferentes de conceber a Matemática, com alguns pontos de convergência e a relativa persistência de traços das concepções platônicas e aristotélicas na Educação Matemática na contemporaneidade. Isso revela que visões com o entendimento que a Matemática é uma descoberta, com objetos existentes e presentes no mundo empírico, ou mesmo que tudo tem matemática, são disseminados no contexto educacional. Esses modos de pensar, de certa maneira, acabam por não valorizar o ser humano na produção do conhecimento

⁴ Pesquisa realizada em <https://bdtd.ibict.br/vufind/Search/Results?join=AND&bool0%5B%5D=AND&lookfor0%5B%5D=Modelagem+matem%C3%A1tica+&lookfor0%5B%5D=Educa%C3%A7%C3%A3o+matem%C3%A1tica&type0%5B%5D=AllFields&type0%5B%5D=AllFields&daterange%5B%5D=publishDate&publishDatefrom=2013&publishDateto=2023> no dia 02/05/2024.

matemático. Por exemplo, o pensamento aristotélico se mostra presente quando o estudante é incentivado a olhar para uma situação cotidiana e encontrar a Matemática “nela”. Não é dada a ênfase em fazê-los articular modos de pensar a situação investigada. À primeira vista, parece que não há diferenças entre as abordagens, mas há! É o entendimento da função do estudante na produção do conhecimento: como aquele que descobre, ou aquele que irá articular, refletir e produzir modos próprios de pensar.

No segundo artigo, a interrogação “*Que compreensões sobre Matemática emergem da filosofia fenomenológica husseriana?*” conduziu a pesquisa, que proporcionou adentrar por diferentes modos de conceber o conhecimento matemático, bem como pelas escolas filosóficas que buscavam fundamentar a Matemática para conferir-lhe *status* de ciência absoluta, para, posteriormente abordar uma possibilidade de entendimento da Matemática na filosofia husseriana. Cabe destacar que, a concepção de Matemática segundo uma visão fenomenológica não é muito difundida no contexto educacional e nem mesmo em termos de filosofia da Matemática. Isso se deve, segundo nossa compreensão, pelo quantitativo de escritos e pela complexidade do apresentado nas obras de Edmund Husserl e seus seguidores, bem como pela predominância da visão Kantiana do conhecimento em discussões acadêmicas, mesmo que indiretamente.

A fenomenologia é uma filosofia densa e profunda, mas que apresenta uma compreensão alargada para a produção do conhecimento nas mais diversas áreas de estudo. Em suma, como apresentado por Ales Bello (2006), a produção do conhecimento leva em consideração as dimensões da corporeidade, da psique e do espírito, que é iniciada na esperança subjetiva, mas que se abrem a intersubjetividade. A Matemática, na visão fenomenológica, é uma produção humana que vai se constituindo no mundo-da-vida, desenvolvida pelo corpo vivente e fundada no solo perceptivo, na abertura ao horizonte do conhecer, também, com os outros.

Esses dois artigos, permitiram compreender como a Matemática, vem sendo vista na tradição ocidental, em termos filosóficos. Permitiram perpassar por diferentes momentos histórico-filosóficos e seus traços no contexto educacional. Esses estudos são importantes para uma reflexão sobre a Matemática, disciplina presente nos currículos escolares.

Segundo as pesquisas realizadas por Becker (2012, 2019), os professores que ensinam matemática, mesmo tendo a Matemática como pilar de seu trabalho, quando solicitados esclarecimentos sobre seus entendimentos sobre essa área de estudo e como se produz Matemática e como se aprende Matemática ficam, muitas vezes, sem argumentações convincentes. O mesmo problema foi evidenciado na pesquisa de Ramon (2024), porém, direcionada à estudantes de licenciatura em Matemática que foram convidados a falarem sobre a Matemática na Modelagem. Essas pesquisas revelam que a Matemática carece de um pensar rigoroso tanto para professores que ensinam matemática como para os estudantes que estão em formação para exercer a docência.

O terceiro artigo da tese é guiado pela interrogação: “*O que é isto, a Matemática na Modelagem Matemática na Educação Matemática para estudantes do Ensino Superior?*” Nele expomos compreensões de como a Matemática é entendida por estudantes de Licenciatura em Matemática que vivenciam atividades de Modelagem Matemática em sua formação.

As articulações desses artigos possibilitaram o entendimento da Matemática na Modelagem Matemática, não apenas na visão dos estudantes, porque aquilo que é apresentado por eles é, de certa forma, o modo como a comunidade acadêmica da área da Modelagem Matemática dissemina por meio das produções textuais, tais como livros, artigos, palestras e as atividades que são desenvolvidas com os estudantes. Segundo os relatos dos participantes da pesquisa, todos os entrevistados estudaram e discutiram artigos, livros, capítulos de livros.

Além disso, vivenciaram atividades de modelagem, o que nos permite afirmar que conheciam, mesmo que indiretamente, a comunidade e que estavam imersos no contexto da modelagem na Educação Matemática.

Outro aspecto que é preciso mencionar é que não nos detemos a investigar as contribuições da Modelagem para formação dos estudantes. Esses aspectos são amplamente divulgados na literatura da área e concordamos que ao se trabalhar com Modelagem com os estudantes pode haver uma série de benefícios formativos. Contudo, o que investigamos e que já temos resultados são os possíveis entendimentos da Matemática na Modelagem Matemática no contexto da formação inicial de professores; matemática que muitas vezes não ganha destaque nas produções acadêmicas e no trabalho com modelagem no contexto educacional.

2 A postura assumida e o contexto da pesquisa

Para a pesquisa, assumimos uma visão fenomenológica de conhecimento. Essa é uma postura filosófica distinta das demais porque a reflexão não incide sobre o objeto em si, mas sobre o vivido. A postura fenomenológica possui como uma das características marcantes a suspensão de crenças, teorias e expectativas em relação ao investigado. Não se trata de negá-las, mas sim suspendê-las, não tomando o que já está posto na comunidade acadêmica como referencial. É uma atitude, segundo Ales Bello (2006), de disponibilidade de ver o que se mostra do investigado que é guiada pela interrogação. Destacamos que a “[...] investigação que procede de modo fenomenológico é sempre qualitativa, uma vez que o foco para se conhecer o outro e a si mesmo é a vivência” (Bicudo, 2020, p. 51).

Um aspecto que merece esclarecimentos, nas pesquisas com postura fenomenológica, é que não tomamos teorias como lentes investigativas. No entanto, isso não significa que produções da área acadêmica não serão tematizadas e discutidas durante a pesquisa. Não estamos negando o que já está posto, estamos deixando em suspensão. Nesse modo de pesquisar, como já mencionado, essas teorias são suspensas, em um primeiro momento, permitindo ao pesquisador olhar o investigado sem uso de lentes teóricas que podem, por vezes, obscurecer o fenômeno investigado. A investigação fenomenológica busca por compreensões mais profundas e desprovidas de preconceitos teóricos, possibilitando assim o conhecimento da essência daquilo que é investigado.

Toda a pesquisa de Ramon (2024) foi realizada com essa postura, em particular a pesquisa apresentada no terceiro artigo que articulou os dizeres de 13 entrevistas⁵, que nomeamos de E1, E2, E3,...E13, realizadas com estudantes de licenciatura em Matemática de diferentes instituições de ensino do Estado do Paraná. Nas entrevistas, o entrevistado era convidado a relatar atividades de Modelagem Matemática por eles vivenciadas, bem como apresentar compreensões e reflexões sobre o vivido. Posteriormente, foi solicitado o relato de suas experiências, opiniões e reflexões sobre a Matemática na Modelagem Matemática.

As entrevistas foram conduzidas remotamente através da plataforma *Teams* e gravadas para posterior transcrição. Todos os entrevistados mencionaram vivenciar Modelagem em disciplinas específicas (obrigatórias ou eletiva) que tematizam a Modelagem na Educação Matemática⁶. Houve a indicação, por um estudante, que a vivência com Modelagem

⁵ Estabelecemos contato com os sujeitos que se mostraram significativos para a pesquisa por intermédio (presencialmente ou via e-mail) de professores/pesquisadores que participaram do IX Encontro Paranaense de Modelagem na Educação Matemática (EPMEM), evento realizado presencialmente no ano de 2022.

⁶ Conforme pesquisa realizada posteriormente às entrevistas, na matriz curricular dos cursos aos quais os estudantes estavam matriculados, observou-se que a carga horária e o modo de oferta das disciplinas que tematizam a Modelagem Matemática apresentavam variações de acordo com o curso. Em um dos cursos, os estudantes têm em sua grade curricular duas disciplinas obrigatórias, com carga horária de 51 horas cada. Uma é ministrada no quarto semestre do curso e outra no quinto. Há, em um

Matemática também se deu no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) e no Programa Institucional de Apoio à Inclusão Social (PIBIS).

Na Figura 1, são apresentadas a localização das instituições de ensino frequentadas pelos entrevistados.

Figura 1: Localização das instituições de ensino frequentadas pelos sujeitos significativos



Fonte: Ramon (2024, p. 56)

Com o olhar atento ao interrogado e ao exposto pelos estudantes, destacamos excertos das transcrições que foram escritas na linguagem do pesquisador (unidades de significado⁷). Cabe destacar que para a organização dos dados da pesquisa trabalhamos com o *software Atlas.ti*, auxiliando no armazenamento, organização, agrupamento e na forma de visualizar os dados. Porém, o *software* não realiza análises ou interpretações; todo o movimento de análise, interpretação e reflexão é realizado pelo *pesquisador-com-o-software*. É importante esclarecer que seria possível fazer pesquisas sem o apoio do *software*, mas que, em nossa compreensão, seria necessário mais tempo para a organização e movimentação dos dados. Por outro lado, por mais óbvio que pareça, não é possível efetuar a análise sem o pesquisador. Assim, a atuação do pesquisador é que encaminha e orienta o que deve ser feito, por isso mencionamos que a análise é realizada pelo pesquisador-com-o-software. Ele, o pesquisador, é quem articula todo o processo de análise.

No Quadro 1, para fins de exemplificação, apresentamos o modo de procedimento realizado para a produção das unidades de significado.

curso, uma disciplina eletiva com duração de 120 horas. Já em outro curso, é oferecida uma disciplina obrigatória de 60 horas no segundo semestre. Além disso, em outro curso de Licenciatura em Matemática, há uma disciplina com carga horária de 75 horas, oferecida no sexto semestre.

⁷ Unidades de significado são asserções articuladas pelo pesquisador com base nos excertos destacados. Elas expressam a linguagem do sujeito investigado em uma linguagem que condiz com a linguagem do pesquisador, sem alterar o sentido do dito (Bicudo, 2011).

Quadro 1: Excertos e unidades de significado

Entrevistado	Exerto da transcrição da entrevista	Unidade de significado
E3	Mas é uma coisa que, para a modelagem matemática não tem o certo ou errado, depende muito de cada pessoa, da forma que você está interpretando aquilo.	Relata que na Modelagem não tem certo ou errado, depende muito das pessoas, da forma como cada um interpreta (26 ¶ 90 em E3) ⁸ .
E5	Ela (a Matemática) se mostra de uma forma diferente, digamos assim, porque até quando a gente atua, vamos dizer assim, nas formas um pouco mais tradicionais ou em outras perspectivas, a matemática é aquilo que a gente sempre fala: ela é exata. Agora, quando a gente está trabalhando com a Modelagem, nem sempre é assim.	Relata que a Matemática da Modelagem se mostra de uma forma diferente daquilo que sempre se fala: A Matemática é exata. Na Modelagem nem sempre é assim. (1 ¶ 10 em E5).
E6	Muitos pensam que a Matemática é exata. Matemática não é exata e a Modelagem é uma forma de mostrar isso porque você pode encontrar diversas soluções para o mesmo problema.	Relata que a Matemática não é exata. A Modelagem é uma forma de mostrar que a Matemática não é exata, porque pode encontrar diversas soluções para um mesmo problema (15 ¶ 34 em E6).
E7	Então, acredito que não tem uma Matemática correta para a Modelagem Matemática. Eu acho que tem várias formas de encontrar a solução, diferentes caminhos.	Relata acreditar que não tem uma Matemática correta para a Modelagem. Tem várias formas de encontrar a solução (6 ¶ 20 – 22 em E7).

Fonte: Autoria própria

Em um movimento cuidadoso e reflexivo, estabelecemos 441 unidades de significado. Realizando reduções chegamos a 13 núcleos de ideias. Deste primeiro movimento, efetuamos um segundo movimento de redução e estabelecemos 6 categorias abertas (CA). O Quadro 2 apresenta as ideias nucleares que constituem cada uma das categorias abertas.

Quadro 2: Ideias nucleares que constituíram as categorias abertas

Ideias nucleares	Categorias abertas (CA)	Quantitativo de Unidades que constituem a categoria aberta
A Matemática é a mesma ou diferente de outros contextos.	CA1- A Matemática é uma verdade exata ou quase-exata, é a mesma ou diferente de outros contextos.	87
Uma verdade exata/quase-exata.		
Matemática não tem o carácter de ciência.	CA2- A Matemática como linguagem.	21
Matemática como linguagem.		
A Matemática é um modo de se dirigir às coisas.	CA3- A Matemática como modo de se dirigir e representar a coisa.	169
Matemática representa a situação investigada.		
Uma coisa com dependência humana.	CA4- A Matemática está vinculada ao ser humano, com significado para o estudante.	85
À Matemática é atribuído sentimentos/dificuldades		
Uma Matemática com sentido para o estudante.		

⁸ O código 26 ¶ 90 em E3 indica a localização da unidade de significado vinculada a transcrição da entrevista, sendo a leitura na ordem da esquerda para a direita: vigésima sexta unidade de significado articulada ao excerto que se encontra no parágrafo 90 da transcrição da entrevista realizada com o terceiro entrevistado (E3).

O caráter evolutivo da Matemática.		
A Matemática é uma possibilidade de pensar.		
A Matemática está ali.	CA5- A Matemática está na coisa.	65
É algo que ainda não foi pensado.	CA6- A Matemática na Modelagem não foi pensada.	14

Fonte: Adaptado de Ramon (2024)

As unidades apresentadas no Quadro 1, para fins de exemplificação, além de outras, constituíram a categoria aberta CA1- *A Matemática é uma verdade exata ou quase-exata, é a mesma ou diferente de outros contextos.*

Na próxima seção exporemos a interpretação que emergiu da categoria CA1. Ressaltamos que devido ao espaço limitado do texto e também ao sentido de totalidade que cada categoria possui, nos restringiremos apenas a esta categoria. Ainda que nos foquemos em apenas uma categoria emergente neste artigo, ela expressa de modo articulado e coerente compreensões sobre como a Matemática é vista por estudantes que tinham experiências vividas com a Modelagem Matemática.

3 A Matemática é uma verdade exata ou quase-exata, é a mesma ou diferente de outros contextos⁹: expondo compreensões no contexto da Modelagem Matemática

Articulamos aqui as unidades de significado que tematizam a exatidão ou não da Matemática na Modelagem. Como se pode depreender do seu nome, *A Matemática é uma verdade exata ou quase-exata, é a mesma ou diferente de outros contextos*, possui duas confluências temáticas, que decorrem de crenças sobre o que a Matemática “é”, em afirmações convergentes.

Ao tematizarem sobre a exatidão ou não da Matemática na Modelagem, com o articulado das falas dos entrevistados, é compreendida entre duas possibilidades: como exata ou quase-exata.

A não exatidão da Matemática é tematizada em perspectivas: uma que discute a unicidade da solução e do caminho para chegar às respostas das situações investigadas e, outra que se refere à solução dar conta de descrever a situação investigada. Dito de outro modo, a Matemática na Modelagem é entendida como não exata porque há a existência de várias maneiras/caminhos para se obter uma resposta a uma situação investigada ou quando há o entendimento que a Matemática não descreve a situação.

⁹ Exemplos de Unidade de Significado, articulados das falas dos estudantes, que constituem a categoria: relata acreditar que não tem uma Matemática correta para a Modelagem. Tem várias formas de encontrar a solução (6 ¶ 20 – 22 em E7); relata que a descrição fiel por meio da Matemática não é uma preocupação da Modelagem (33 ¶ 91 em E4); relata que a exatidão depende do tema, ou que seja um tema que envolva menos variáveis (9 ¶ 42 em E8); relata que a exatidão vai depender de quem está fazendo e de quem está transpondo a Matemática do papel para o real (15 ¶ 30 em E9); relata que a diferença entre a Matemática na Modelagem e em outros modos é o significado atribuído, mas a Matemática é a mesma (29 ¶ 50 – 53 m E12);); relata que não é o conteúdo que é diferente na Modelagem, mas a forma como vê o conteúdo (29 ¶ 70 em E9); relata que nos cursos de licenciatura e de exatas em Matemática, o aluno está acostumado com o fato de estar tudo pronto, só colocar uma fórmula e resolver (41 ¶ 76 em E2); relata ter mudado a visão com relação a Matemática. Antes achava que era exata e que não tinha dois caminhos e se der certo um caminho é aquele. Na Modelagem relata que tem vários caminhos e no mesmo caminho chegar a respostas diferentes. E que por caminhos diferentes pode chegar na mesma resposta. A Matemática não é exata, não, tem várias formas de pensamento (19 ¶ 42 em E6); relata que percebe semelhanças entre a Matemática da Modelagem e tópicos de Matemática, trigonometria, cálculo... sempre cai em algum conceito que foi visto nessas disciplinas (20 ¶ 52 em E10); relata ver várias interpretações diferentes para limites, para cálculo. Nos modelos é fácil de ver (6 ¶ 44 em E13); relata achar que a Matemática na Modelagem ou em outros contextos é a mesma, mas a articulação é diferente (30 ¶ 84 em E13); relata que a diferença entre a Matemática na Modelagem e em outros contextos é o significado atribuído, mas a Matemática é a mesma (29 ¶ 50 – 53 em E12); relata que o aluno acaba enxergando o conteúdo de uma forma diferente, mas é o mesmo (26 ¶ 49 em E12).

Para muitos, a não exatidão da Matemática advém também dos dados ou temas tomados para serem modelados, da necessidade de ajustes matemáticos ao objeto estudado. Por exemplo, quando trabalhamos com medidas, sempre estamos trabalhando com valores aproximados, ou seja, sempre contém erro. Há a indicação, perante o exposto, que a não exatidão da Matemática diz da não exatidão do que é externo a ela, não se referindo à Matemática.

O que isso nos revela? Segundo nosso entendimento, há uma certa “mistura” com o entendimento de Matemática e aplicação da Matemática. Para nós, a Matemática e aplicação da Matemática mesmo podendo apresentar articulações, são entidades ontologicamente distintas. A ontologia da Matemática diz de aspectos da natureza da Matemática, e de certa forma, abrange também o conhecimento matemático. Quando questionamos: “O que é a Matemática?”, “O que são os números?”, “os números são entidades abstratas? “Os objetos matemáticos existem?”, estamos tematizando a Matemática ontologicamente. Já questões como: “O que é aplicar matemática”, “O que a aplicação matemática representa?”, por exemplo, dizem da ontologia da aplicação da Matemática. Assim, conforme compreendemos, conferem à Matemática um *status* de não exata por aspectos que dizem da aplicação da Matemática.

Por mais que os estudantes fossem incentivados a falar sobre Matemática ao longo das entrevistas, suas reflexões incidiram sobre a aplicação da Matemática, o que os levou a concluir que a Matemática não é exata porque existem maneiras diferentes de resolver o mesmo problema ou porque não é possível descrever as situações investigadas com ela. Para os entrevistados, falar sobre a Matemática é falar sobre a aplicação da Matemática, ou seja, a Matemática é a aplicação da Matemática em contextos de Modelagem.

Para nós, o que é não exato é a aplicação da Matemática (transposição de conhecimentos matemáticos em situações não matemáticas) para a representação do mundo empírico. Dito de outro modo, não é possível representar o mundo empírico com Matemática, porque a Matemática se constitui de idealidades que não são encontradas nele. A Matemática é uma produção humana, estabelecida dentro de contextos específicos da própria Matemática.

As idealidades matemáticas, dentro de critérios estabelecidos em cada área, em nossa compreensão, são exatas. Por exemplo, a distância entre dois pontos, na teoria da geometria plana, com axiomas e postulados que definem esse sistema geométrico, é exata. Mas a aplicação dessa teoria à distância entre duas cidades, por exemplo, não é exata, porque o mundo empírico não é totalmente apreendido pelas teorias matemáticas produzidas pelos seres humanos para esse sistema.

Naquilo que concerne à Matemática ser a mesma ou diferente que em outros contextos, novamente destaca-se a ideia de caminho e do que existe de Matemática. A Matemática é aquela aprendida em outras disciplinas, com as mesmas regras, mantém as suas características.

Há estudantes que sustentam que a Matemática é uma disciplina exata, fundamentando tal perspectiva na ideia de que a natureza da Matemática na Modelagem é a mesma que em contexto de não Modelagem.

Outro aspecto articulado das falas dos estudantes, nessa categoria, é o fato que a Matemática da Modelagem não tem certo ou errado, pois é uma Matemática mais flexível, pois aceita diferentes métodos. Há indicativos, pelo relato dos estudantes, que a Matemática pode ser menos rigorosa na Modelagem do que em outros contextos, pois, para os estudantes, ela se articula no campo subjetivo, sem a necessidade de uma constituição na esfera intersubjetiva. Dito de outro modo, por considerarem que não tem certo ou errado, dão à Matemática uma perspectiva relativista. Não consideram que a Matemática, enquanto área de estudo, sustenta-se em uma comunidade acadêmica que avalia, discute e aprova as teorias produzidas. Em parte,

esses aspectos são concebidos pelos entrevistados dessa maneira, por vincularem o entendimento de Matemática à aplicação de Matemática e assim, levam em consideração a diversidade de abordagens para a resolução de um problema, a interpretação que depende do contexto em que a matemática é aplicada.

4 Algumas considerações

O adjetivo “*exato*” refere-se àquilo que, segundo o dicionário Dicio¹⁰, possui rigor ou precisão, sem erro, certo, correto. A palavra “*exato*” normalmente é utilizada para indicar precisão, uma verdade. A Matemática, na cultura ocidental, está intimamente ligada à verdade. Tanto é que, para os dias de hoje, a verdade na qual a Matemática se sustenta influencia decisões de diversas ordens, tanto políticas quanto sociais. Essa verdade garante a confiabilidade. A divergência reside na abordagem adotada para lidar com os objetos matemáticos.

No exposto, há a crença de que a Matemática na Modelagem Matemática tem o poder de representar, descrever o mundo de forma fiel. Essa afirmação decorre da pesquisa realizada por Klüber, Tambarussi e Mutti (2022) ao estudarem o problema filosófico da representação e desdobramentos para a Modelagem Matemática na Educação Matemática, na qual sinalizam que, de forma ingênua, há um entendimento de representação como “aquel que toma o lugar de, que substitui o objeto ao seu modo” (p. 297). Os autores esclarecem que essa ideia possibilita confundir o objeto empírico com o objeto do conhecimento em sentido ontológico.

Nos relatos dos estudantes, evidenciamos que os modos de abordar ou produzir a Matemática são confundidos com características intrínsecas da Matemática. No horizonte compreensivo em que se encontravam, eles não conseguiam visualizar a Matemática separada da aplicação prática. Dito de outra forma, não problematizam a Matemática porque a encaram de forma naturalizada. Isso indica que ao trabalhar com Modelagem no contexto educacional, mesmo que suas contribuições para a formação do estudante possam ser comprovadas, ainda falta uma reflexão rigorosa.

Para nós, o sentido da exatidão ou não exatidão atribuído por eles à Matemática se apresenta de forma não refletida, distorcendo a própria ideia de exatidão na Matemática. Os modos pelos quais ela é considerada exata, segundo os sujeitos significativos, referem-se à aplicação da Matemática (como a unicidade da solução e do caminho, e a descrição da realidade). Os aspectos não matemáticos, conforme entendemos, é que são imprecisos e participam da Modelagem.

As demais categorias não foram discutidas nesse texto, entretanto, podemos mencionar que apresentam argumentos interessantes para que a comunidade da área da Modelagem, tal como o entendimento de que a Matemática está na coisa e que ela tem o poder de representar o mundo empírico. Do exposto pela investigação, consideramos importante que a comunidade acadêmica volte seu olhar para a temática da Matemática na Modelagem, visto que, é necessário abrir e ampliar o debate sobre a visão de Matemática que gostaríamos que fosse disseminada no contexto educacional.

Os resultados apresentados extrapolam a individualidade dos entrevistados, uma vez que suas concepções estão fundamentadas em suas vivências com atividades de Modelagem e com o contato com pesquisadores e professores experientes da Modelagem, por meio de aulas, leituras de textos, palestras. Assim, muito do apresentado pelos estudantes se sustenta na produção acadêmica e no fazer pedagógico de alguns professores, visto que, todos relataram que as vivências com Modelagem Matemática se deram de modo prático (desenvolvendo e

¹⁰ Disponível em: <https://www.dicio.com.br/exato/>. Acesso em: 12 jan. 2023.

produzindo atividades de Modelagem) e teórico (estudando produções textuais da comunidade da Modelagem Matemática, tais como artigos, capítulos de livros, relatos de experiência, entre outros). Cabe mencionar que a pesquisa apresentada por Ramon (2024), evidenciou que alguns dos aspectos contemplados no dizeres dos estudantes, referente a Matemática na Modelagem, também se encontram na literatura da área da Modelagem Matemática.

Por fim, da pesquisa de Ramon (2024) emerge a questão sobre o impacto ao se trabalhar com Modelagem no contexto educacional, e como isso influencia o pensamento, tanto dos professores quanto dos estudantes. Asseveramos, ainda, que a reflexão sobre a Matemática na Modelagem Matemática é escassa, assim como em outros contextos de não Modelagem. Isso evidencia uma lacuna reflexiva ao trabalhar com Modelagem no contexto educacional, assim como na própria Educação Matemática.

Referências

- Acuña, F. P., Rojas, A. S., Babb, A. P., & Rocha, A. O. (2023). Comparación de tendencias sobre la modelización matemática entre Latinoamérica y el resto del mundo: una revisión bibliográfica. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 37(76), 532-554. FapUNIFESP (SciELO). <https://doi.org/10.1590/1980-4415v37n76a08>
- Ales Bello, A. (2006). Fenomenologia e ciências humanas: implicações éticas. *Memorandum*, 11, 28-34.
- Barbosa, J. C. (2004). Modelagem matemática: o que é? Por que? Como? *Veritati*, 4, 73-80. Disponível em http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/2010/Matemática/artigo_veritati_jonei.pdf. Acesso em: 2 de jan. de 2021.
- Bassanezi, R. C. (2002). Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia. *Contexto*.
- Becker, F. (2012). *A epistemologia do professor de matemática*. Petrópolis: Vozes.
- Becker, F. (2019). Construção do conhecimento matemático: natureza, transmissão e gênese. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 33(65), 963-987. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bolema/a/bDwTTSw6KjFrrHgWMpnjhQv/?lang=pt>. Acesso em: 13 de fev. de 2021.
- Bicudo, M. A. V. (Org.). (2011). *Pesquisa qualitativa segundo a visão fenomenológica*. São Paulo: Cortez.
- Bicudo, M. A. V. (2020). Pesquisa fenomenológica em educação: possibilidades e desafios. *Paradigma*, 30-56. Disponível em: <http://revistaparadigma.online/ojs/index.php/paradigma/article/view/928>. Acesso em: 14 de jun. de 2021.
- Burak, D. (1992). *Modelagem matemática: ações e interações no processo de ensino e aprendizagem* (Tese de doutorado). Universidade de Campinas – Unicamp, Campinas.
- Galbraith, P. (2012). Models of modelling: genres, purposes or perspectives. *Journal of Mathematical Modelling and Applications*, 1(5), 3-16.
- Kaiser, G., & Sriraman, B. (2006). A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38(3), 302-310.
- Klüber, T. E., Tambarussi, C. M., & Mutti, G. S. L. (2022). O problema filosófico da teoria da



representação e desdobramentos para a modelagem matemática na educação matemática.
*Educação Matemática Pesquisa: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em
Educação Matemática*, 24(2), 289-324.

Ramon, R. (2024). A matemática na modelagem matemática na educação matemática: um olhar
fenomenológico (Tese de doutorado). Universidade Estadual do Oeste do Paraná –
UNIOESTE, Cascavel.