

Ações docentes na implementação de práticas com modelagem matemática

RESUMO

Karina Alessandra Pessoa da Silva

karinasilva@utfpr.edu.br

orcid.org/0000-0002-1766-137X

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Londrina, Paraná, Brasil

Jeniffer Paula da Cruz

jepaula2001@gmail.com

orcid.org/0009-0000-7954-4841

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Londrina, Paraná, Brasil

Letícia Barcaro Celeste Omodei

leticia.celeste@unespar.edu.br

orcid.org/0000-0003-2023-7606

Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR), Apucarana, Paraná, Brasil

Neste artigo trazemos resultados de uma pesquisa em que objetivamos evidenciar as ações docentes que são incorporadas por professores que aceitaram o convite para implementar uma primeira prática com modelagem em sala de aula. Nosso quadro teórico é subsidiado na modelagem matemática como alternativa didático-pedagógica para o ensino da matemática e nos encaminhamentos estruturados em um design de curso de extensão para a formação de professores em modelagem matemática, a partir de três eixos: aprender sobre modelagem, aprender por meio da modelagem e ensinar usando modelagem. Considerando o objetivo de pesquisa, voltamos nosso olhar para o que doze professores em formação relataram sobre os encaminhamentos que empreenderam em cinco práticas planejadas e implementadas no âmbito do curso, no ano de 2023. A análise qualitativa e de cunho interpretativo dos relatos dos professores juntamente com fotografias de suas implementações revelou ações docentes que se aproximaram entre si: partir de uma situação-problema do contexto dos alunos, deixar os alunos manusear os dados, não indicar o conteúdo matemático, ouvir e considerar as respostas dos alunos, entender a potencialidade do trabalho em grupo. Essas ações docentes sinalizaram que o curso de extensão teve uma configuração empírica de como as atividades de modelagem podem ser implementadas na sala de aula.

PALAVRAS-CHAVE: Educação Matemática. Formação - Professores. Design de curso.

INTRODUÇÃO

Ao nos depararmos com uma edição temática no contexto da Modelagem Matemática na Educação Matemática que versa sobre implicações para a sala de aula, um dos focos de atenção é o professor.

O professor é o responsável por estabelecer os encaminhamentos de uma aula; é ele quem tem o papel de orquestrar o trabalho a ser desenvolvido com seus alunos. Muito embora algumas políticas públicas procurem inibir o trabalho autônomo do professor, obrigando-o a cumprir um currículo pré-estabelecido, incluindo quantidade de aulas para a abordagem de cada conteúdo, bem como o que é para discutir e como discutir, ainda existem professores que se aventuram em promover um ambiente investigativo em sala de aula.

Quando o ambiente investigativo é subsidiado por atividades de modelagem matemática, de modo geral, a partir de uma temática pertencente a um contexto extra matemático, define-se um problema a ser solucionado por meio de procedimentos matemáticos, oportunizando ao professor, dentre outras coisas, abarcar conteúdos já estudados ou não (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012).

A modelagem matemática entendida como uma forma de ensinar matemática tem, segundo Carreira e Baioa (2018), o desafio de recriar um ambiente em que se favoreçam ações docentes em que a centralidade está no aluno. Neste contexto, a ação docente “não se trata de uma ação da qual participa apenas o professor ou de que desse profissional dependa exclusivamente um ensino exitoso” (SILVA; ALBIERI; GATTI, 2016, p. 293-294). Diz respeito, às abordagens do docente em que se revela o “conhecimento e as capacidades que delimitam e esclarecem o mérito e a especificidade de sua ação” (SILVA; ALMEIDA; GATTI, 2016, p. 297).

O professor passa a ser um orientador, aquele que envolve os alunos com o desenvolvimento da atividade de modelagem (BLUM, 2011; ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012; GALBRAITH, 2012; CARREIRA; BAIOA, 2018; NISS; BLUM, 2020).

Porém, o papel de orientador em atividades de modelagem pode não ser trivial em primeiras práticas, podendo imprimir obstáculos e dificuldades para os professores. Para preparar os professores para implementar práticas com modelagem em sala de aula, estratégias de formação têm sido desenvolvidas. Na literatura, existem diferentes configurações para uma formação de professores em modelagem matemática: organização de seminários de ampla divulgação (FERRI, 2018), instauração de comunidades de prática (BRAZ, 2017; TEODORO, 2022), promoção de espaço colaborativo de formação no âmbito das escolas (FORNER, 2018), reuniões e orientações em grupos colaborativos (MUTTI, 2020; CARARO, 2022), estruturação de formação seguindo os eixos aprender sobre modelagem, aprender por meio da modelagem e ensinar usando modelagem (ALMEIDA; SILVA, 2015; OMODEI, 2021).

Embora as pesquisas supracitadas sinalizem potencialidades para a formação de professores, ainda existem desafios no que compete à implementação de práticas com modelagem matemática na sala de aula. Com isso, defende-se que espaços de formação que discutam essas práticas sejam mais investigados (FORNER; MALHEIROS, 2020).

Neste artigo, lançamos um olhar para a formação de professores em que se levou em consideração os eixos aprender sobre modelagem, aprender por meio

da modelagem e ensinar usando modelagem. Porém, diferente das pesquisas de Almeida e Silva (2015) e Omodei (2021), nosso foco de análise é um curso de extensão que entendemos ser de curta duração, pois foi desenvolvido em três encontros presenciais de quatro horas cada, no ano de 2023. O referido curso faz parte de um projeto de extensão, vinculado a um projeto de pesquisa, aprovado no Edital Universal do CNPq de 2021.

Sob um olhar para o eixo ensinar usando modelagem matemática, nos debruçamos em trazer reflexões para a questão de pesquisa: Que ações docentes são incorporadas por professores que aceitaram o convite para implementar uma primeira prática com modelagem em sala de aula? Após vivenciarem o desenvolvimento de atividades de modelagem como modeladores no curso e estudarem aspectos teóricos sobre modelagem matemática, os professores planejaram uma prática e a implementaram em sala de aula. Entendemos que as ações empreendidas no contexto do curso de extensão conferiram um movimento de caracterização de um ambiente formativo, conforme objetivo geral do projeto de pesquisa vinculado ao Edital Universal.

Com o intuito de trazer resultados da investigação realizada, neste artigo, além desta introdução, apresentamos o quadro teórico sobre formação de professores em modelagem matemática, seguido dos aspectos metodológicos e da análise dos relatos e fotografias dos professores que aceitaram implementar as práticas com modelagem em sala de aula. Finalizamos com nossas considerações finais.

FORMAÇÃO DE PROFESSORES EM MODELAGEM MATEMÁTICA

Apesar de existirem diversas caracterizações de modelagem matemática, de modo geral, a ideia de modelagem matemática tem como característica essencial a transição entre a realidade e a Matemática (BASSANEZI, 2002; FERRI, 2018, ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012).

Com vistas à sala de aula, Almeida (2022) sugere uma abordagem didático-pedagógica da modelagem matemática que “se dá consoante ao fenômeno educativo quando atividades de modelagem são pensadas, estruturadas e introduzidas na sala de aula” (ALMEIDA, 2022, p. 123). Esta abordagem inclui três elementos considerados pela autora como fundamentais: “matematização da realidade e resolução de um problema; competências dos alunos em atividades de modelagem matemática; possibilidade de um design para atividades de modelagem na sala de aula” (ALMEIDA, 2022, p. 126).

Levando em consideração as características da modelagem matemática e também o movimento de implementá-la em sala de aula, Almeida (2022) aponta dez características fundamentais para se fazer modelagem: a autenticidade da situação, a natureza do problema – problema-aberto –, a matematização da situação, o uso da matemática, a necessidade de tomada de decisão, a comunicação de resultados e produção de um relatório, o planejamento, o trabalho em grupos, a familiarização do aluno com a modelagem matemática, a avaliação. Esse design “pode ser um indicativo de como professores podem atuar em aulas com modelagem e dar suporte para aqueles ainda com pouca experiência com modelagem em sua prática docente” (ALMEIDA, 2022, p. 141).

Em sua implementação em sala de aula, a modelagem matemática pode encontrar alguns obstáculos por ser considerada difícil também para os professores, uma vez que “como o conhecimento do mundo real é necessário, o ensino torna-se mais aberto e menos previsível, e todas as competências exigidas dos estudantes, é claro, devem ser adquiridas pelos próprios professores” (BLUM, 2011, p. 19).

Por isso, ao fazer modelagem na sala de aula, é necessário que o professor conheça seus estudantes e que esteja preparado para desenvolver a atividade. Desse modo, consideramos que a inserção de atividades de modelagem matemática na sala de aula está diretamente relacionada à formação do professor em modelagem (BARBOSA, 2001, OLIVEIRA; CAMPOS; SILVA, 2009).

Essa temática – a formação do professor em modelagem matemática – tem sido recorrente no cenário nacional atual de Educação Matemática.

Na Edição Especial sobre Pesquisa em Formação de Professores que ensinam Matemática da Revista Eletrônica de Educação Matemática de 2022, dos 23 artigos publicados, 2 se referem à formação do professor em modelagem matemática. Omodei e Almeida (2022) abordam sobre a importância do conhecimento pedagógico de conteúdo na formação inicial do professor quando ele desenvolve atividades de modelagem matemática, destacando as dimensões de conhecimento propostas por Ferri (2018). Oliveira e Kato (2022) tratam acerca da questão de pesquisa: O que é isto, a Modelagem Matemática no Estágio Pedagógico? segundo a abordagem fenomenológico-hermenêutica.

Também com relação à formação inicial, Jolandek e Kato (2022) apresentam uma pesquisa sobre o favorecimento das competências do letramento matemático manifestadas por residentes de matemática quando desenvolvem atividades de modelagem matemática, na edição Formação de Professores de Matemática na interface com o Programa Residência Pedagógica da Revista Educação Matemática Pesquisa (2022).

Na edição temática da Vidya: Interloquções teóricas em pesquisas sobre Modelagem Matemática na Educação Matemática, a formação do professor em modelagem matemática também está em evidência. Há 4 artigos voltados para a formação do professor em modelagem matemática, dos quais destacamos: Marmitt e Bonotto (2023) apresentam uma análise de diários de formação e de planejamento de atividades de modelagem matemática produzidos por professoras participantes de um programa de extensão Ciclos Formativos em Ensino de Ciências e Matemática, por meio da Análise Textual Discursiva. Já Klüber (2023) apresenta uma metanálise de 19 produções de um macroprojeto sobre formação de professores em modelagem matemática desenvolvido durante dez anos, todas relativas à formação de professores em modelagem matemática.

Na Edição Especial da Revista de Ensino de Ciências e Matemática (RenCiMA), Modelagem no Ensino de Ciências e na Educação Matemática, dos 18 artigos publicados, 6 têm como foco a formação do professor em modelagem. Destacamos o artigo de Malheiros, Souza e Forner (2021). Os autores indicam que professores da Educação Básica da rede pública estadual paulista que participaram de um curso de formação continuada, se mostraram interessados pelas potencialidades da Modelagem, a partir das vivências realizadas no curso, “mas que é preciso que ações mais próximas às escolas, e mais duradouras, sejam

realizadas, para que os docentes se sintam mais seguros em levar atividades de Modelagem para suas aulas” (MALHEIROS; SOUZA; FORNER, 2021, p. 1).

Entendemos que a quantidade relevante de pesquisas nacionais recentes tendo como centro essa temática, revelam uma preocupação com a Formação do Professor para que ele implemente atividades de modelagem matemática em suas aulas. Como essa implementação envolve organização, planejamento, execução e avaliação das atividades, é necessário que o professor esteja preparado para exercer este papel ativamente (SILVA; ALMEIDA, 2019).

Ferri (2018) sugere que, independentemente do tempo do curso de formação de professores, em sua estrutura deve haver um equilíbrio entre teoria e prática, “o conteúdo e os métodos devem se encaixar mutuamente” (FERRI, 2018, p. 4), o que pode se constituir como um desafio para o professor. Desse modo, a autora considera que a formação de professor em modelagem matemática deve possibilitar: conhecimento sobre ciclos de modelagem, sobre metas / perspectivas para modelagem e sobre tipos de tarefas de modelagem (Dimensão Teórica); capacidade de resolver, analisar e criar tarefas de modelagem (Dimensão relacionada a tarefas); capacidade de planejar e executar lições de modelagem e conhecimento de intervenções apropriadas durante os processos de modelagem dos alunos (Dimensão instrucional); capacidade de identificar fases nos processos de modelagem dos alunos e diagnosticar as dificuldades dos alunos durante esses processos (Dimensão diagnóstica).

Com relação ao planejamento da atividade de modelagem matemática e sua implementação (Dimensão instrucional), Ferri (2018) sugere oito princípios: escolher um problema de modelagem adequado para seus alunos; resolver esse problema várias vezes, pensando em possíveis dificuldades e intervenções; pensar no objetivo central da aula; combinar ferramentas necessárias com o processo de modelagem; pensar no tempo de duração de cada fase do plano de aula; informar os alunos de como será a execução da atividade; acompanhar o processo e fazer anotações; refletir sobre atingir (ou não) o objetivo da aula.

Pelo exposto, é possível inferir que apesar de as pesquisas referentes à Formação do Professor em Modelagem Matemática terem focos diferentes, elas indicam a necessidade dessa formação proporcionar, dentre outras ações, que o professor aprenda a fazer modelagem matemática, com embasamento teórico e prático, para poder ensinar seus alunos por meio de práticas com modelagem matemática.

Também como oportunidades que devem ser dadas ao professor de matemática durante seu processo de formação, Dias (2005), Almeida e Dias (2007), Almeida e Silva (2015), Almeida, Silva e Vertuan (2012), Silva e Almeida (2019) defendem que a formação do professor em modelagem matemática deve considerar três eixos: aprender sobre modelagem, aprender por meio da modelagem e ensinar usando modelagem.

No primeiro eixo, aprender sobre modelagem matemática, é oportunizado que o professor conheça teoricamente o que é modelagem matemática a partir de conceitos teóricos que a caracterizam. No segundo eixo, aprender por meio da modelagem, o professor é incentivado a conhecer como se desenvolve uma atividade de modelagem. Neste eixo, espera-se que o professor identifique, em situações específicas, as características da modelagem matemática apresentadas na dimensão teórica e desenvolva atividades de modelagem enquanto estudante,

ou seja, é ele quem procura resolver o problema. Assim, ele deve passar por todas as fases de uma atividade de modelagem (DIAS, 2005).

No ensinar usando a modelagem, o terceiro eixo da formação, o professor desenvolve atividades de modelagem na sua prática docente, desde o planejamento até a avaliação (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012).

Consideramos essa estrutura baseada nos eixos aprender sobre a modelagem matemática; aprender por meio da modelagem matemática; ensinar usando modelagem matemática no curso de formação de professores desta pesquisa.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Neste artigo investigamos sobre as ações docentes incorporadas por professores, após implementarem suas primeiras práticas com modelagem em sala de aula. A proposta de levar a modelagem para o ambiente de atuação dos professores surgiu no contexto de um curso de formação de professores.

O *Curso de Formação de Professores em Modelagem Matemática* foi realizado entre os dias 16 de setembro a 25 de novembro de 2023, com três encontros presenciais, nos dias 16/09, 21/10 e 25/11, nas dependências de uma universidade estadual localizada no centro-norte do estado do Paraná. O curso, que consideramos de curta duração, teve como objetivo promover uma formação de professores em modelagem. O público foi composto por professores e futuros professores que ensinam matemática, sendo assim há professores em formação (licenciatura em matemática), professores formados (em matemática e pedagogia), sendo que alguns deles estão atuando na área de educação e outros não.

O curso foi organizado segundo os eixos aprender sobre, aprender por meio e ensinar usando modelagem matemática. Os dados produzidos durante o curso são parte também de uma pesquisa de mestrado em desenvolvimento pela segunda autora, sob orientação e coorientação da primeira e segunda autoras, respectivamente.

No eixo aprender sobre modelagem matemática foram discutidas características da modelagem, como os diferentes entendimentos, as fases presentes em um ciclo, a atuação do professor e do aluno, os momentos de familiarização, bem como orientações sobre a construção de planejamentos para aulas com modelagem matemática.

No eixo aprender por meio da modelagem matemática, os professores desenvolveram, enquanto modeladores, uma atividade de modelagem, realizando o levantamento de dados, a seleção de uma questão a ser investigada, o estabelecimento de hipóteses, a construção de um modelo matemático como uma solução possível à questão elencada, a interpretação e a avaliação de seus modelos matemáticos e a comunicação dos resultados obtidos pelos grupos.

Já no eixo ensinar usando modelagem matemática, os professores foram convidados a planejar e implementar atividades de modelagem, subsidiados nas orientações de Ferri (2018). Os professores que não estavam atuando em sala de aula poderiam implementar práticas conjuntas com os colegas.

Com o objetivo de evidenciar as ações docentes incorporadas pelos professores, nos debruçamos em analisar o relato das práticas com a modelagem,

no último encontro do curso. As falas dos doze professores presentes no dia do compartilhamento das experiências, três deles formadores e nove participantes, foram gravadas por meio de áudio e vídeo e transcritas na íntegra. As gravações foram autorizadas por esses professores mediante assinatura de um termo de consentimento livre e esclarecido. Além disso, as escolas em que as práticas foram implementadas, bem como os pais dos alunos, autorizaram a produção de dados.

Ao todo, foram planejadas e desenvolvidas cinco práticas com modelagem, em diferentes níveis de escolaridade, como mostra a Tabela 1, na qual também indicamos os professores que planejaram e implementaram as práticas utilizando a letra P e um número para os diferenciar. Nem todos os professores participaram do último encontro, porém, pelo menos um representante de cada grupo que implementou a prática estava presente. Ao longo do texto, os professores formadores são referenciados por PA, PK e PJ.

Tabela 1 – Práticas com modelagem desenvolvidas por professores em formação

Professores responsáveis	Temática	Turma	Problema investigado
P1 e P2	Caça ao tesouro pelo jardim sensorial	Educação Especial de Jovens e Adultos	Qual a distância, em metros, percorrida no Jardim Sensorial para chegar ao tesouro?
P3, P4, P5 e P6	Volume das formas de bolo	3º ano de Licenciatura em Matemática	Quanto centímetros cúbicos têm cada uma das formas que a professora utiliza para fazer bolo?
P7 e P8	Lixo produzido em sala de aula	3º ano do Ensino Fundamental	Quanto lixo produzimos na nossa sala de aula em uma semana, um mês e um ano letivo?
P9 e P10	Métodos de compra, parcelado ou avista	8º ano do Ensino Fundamental	Qual valor final do equipamento de refrigeração, se a compra for parcelada?
P11 e P12	As pintinhas da joaninha	1º ano do Ensino Fundamental	Como podemos dispor as pintinhas nas asas da joaninha?

Fonte: Autoria própria (2023).

Não está no escopo do artigo apresentar o detalhamento de cada uma das atividades abordadas na Tabela 1, uma vez que nos debruçamos em analisar as falas e as fotografias disponibilizadas pelos professores no encontro destinado ao compartilhamento de resultados. A análise que realizamos é de natureza qualitativa e de cunho interpretativo, tendo em vista que este tipo de pesquisa é orientado com o objetivo de compreender de modo aprofundado questões sociais e educativas, com vistas a promover mudanças nestes cenários (ESTEBAN, 2010).

No processo analítico, realizamos uma descrição em conjunto com a análise das ações docentes segundo características de aulas com modelagem. Inicialmente realizamos uma leitura atenta das transcrições dos relatos realizados durante o terceiro encontro do curso, selecionando excertos que dessem indícios das ações docentes que revelassem mudanças de padrões nas aulas que estes professores estão habituados. A partir de tais excertos, estabelecemos um diálogo com aspectos indicados na literatura conforme movimento analítico apresentado no próximo tópico.

DESCRIÇÃO E ANÁLISE

Ao analisarmos os excertos das falas dos professores e as fotografias de suas implementações em sala de aula, inferimos que, de modo geral, foram reveladas ações que não faziam parte da prática docente, tais como: partir de uma situação-problema do contexto dos alunos, deixar o aluno manusear os dados, não indicar o conteúdo matemático, ouvir e considerar as respostas dos alunos, entender a potencialidade do trabalho em grupo. Essas ações revelam a participação do professor em detrimento do aluno na centralidade do ensino (CARREIRA; BAIÃO, 2018).

As práticas implementadas em sala de aula, de certo modo, partiram de *situações-problema do contexto em que os alunos estavam inseridos*, seja do espaço físico organizado na instituição de ensino, seja de uma disciplina específica – Cálculo Diferencial e Integral –, ou seja, da vivência da maioria deles. Essa ação docente que, em certa medida, foi abordada no curso de formação está ancorada em “argumentos que defendem que situações de ensino que proporcionam ao aluno contato com o contexto real podem motivá-los para o envolvimento nas atividades e para a construção de conhecimento” (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012, p. 30).

A P1 trabalha em uma instituição de ensino que atende alunos com alguma deficiência intelectual. Nesta instituição existe um espaço externo chamado Jardim Sensorial, em que há piso e outras construções com diferentes texturas, formas geométricas e imagens coloridas, espaço com plantas aromatizadas e frutas comestíveis, espaço com som (Figura 1). Esse ambiente foi construído para abordar, principalmente, os sentidos dos alunos.

Figura 1 – Jardim Sensorial



Fonte: registro feito por P1 (2023).

Aproveitando o Jardim Sensorial, que fazia parte do contexto dos alunos que frequentavam a instituição de ensino, a P1 planejou a atividade de modo a levar os alunos a explorar esse ambiente:

P1: Eu coloquei uma proposta que eu acreditei que eles pudessem assimilar um pouquinho melhor o conteúdo que foi trabalhado [noção de espaço]. Eu pensei então, eu e o P2, no dia que a gente veio aqui [se referindo ao encontro presencial no curso] fazer o planejamento, em utilizar um espaço que eu acreditei que pudesse ser proveitoso, porque é um espaço amplo e que oferece várias abordagens.

Já as professoras P3 e P4 que lecionam há cerca de dez anos no Ensino Superior, procuraram abordar uma situação que poderia fazer emergir um conteúdo matemático relativo à disciplina de Cálculo Diferencial e Integral de duas variáveis reais – volume – que ambas ministravam nos cursos de Licenciatura em Matemática e Ciência da Computação, respectivamente. Além disso, P3 tem o hábito de fazer bolo para os alunos em algumas datas específicas do ano. Desse modo, considerou então trabalhar com volume de formas com diferentes formatos (Figura 2).

Figura 2 – Formas de bolo utilizadas pelas professoras P3 e P4



Fonte: Registros feitos por P3 e P4 (2023).

O que podemos evidenciar é que as professoras, ao mesmo tempo que intentaram implementar uma atividade de modelagem, tinham como objetivo abarcar um conteúdo matemático que consta na matriz curricular da disciplina:

P3: Bom, como é a aula de cálculo, não era a ideia final mas a ideia é que surgissem algumas coisas de integração, né? Não, necessariamente. Mas, o volume, no caso da forma de coração, eu pensei que talvez surgisse mais a questão da integral porque não existe fórmula pronta para isso. A integração é um processo viável para calcular o volume.

Esta ação, de partir de uma situação-problema para abordar um conteúdo matemático, condiz com as especificidades da atividade, em que “algumas partes de um processo de modelagem, ou aspectos relacionados à modelagem, são usadas para melhorar a aprendizagem de conceitos matemáticos que formam parte da matemática curricular incluída nos programas” (GALBRAITH, 2012, p. 13). Por outro lado, ao implementar uma atividade de modelagem, considerando as ações e os conhecimentos matemáticos dos alunos, de modo geral, pode fazer emergir um conteúdo matemático diferente do que se havia planejado, requerendo do professor introduzir ou ampliar as discussões de modo que se atinjam os objetivos esperados.

Nas outras três implementações, os professores consideraram situações em que os alunos estavam vivendo no momento: o interesse pelos insetos (P11 e P12); a produção excessiva de papel picado para o desenvolvimento de uma atividade de colagem e o impacto do lixo produzido (P7 e P8); e o calor intenso no mês de novembro de 2023 em uma sala com apenas um ventilador para a abordagem da compra de equipamentos (P9 e P10). Os professores, então, comentaram o que consideraram, conforme transcrição a seguir:

P11: [...] E eles estavam com uma febre de pegar joaninha e besourinhos, para trazer para a sala e estava aquela febre e tal.

P7: Aí, antes da gente começar... na atividade, a gente fez um vídeo, que a gente projetou para eles assistirem, sobre como funciona a coleta do lixo, a questão da separação. E aí em algumas partes de um vídeo eles já foram se interessando pelo assunto e eles mesmos já respondiam e aí, partindo desses interesses deles, foi que a gente propôs a questão da análise do uso mesmo.

P8: Durante toda a aula a gente conseguiu falar sobre poluição, falamos sobre lixo, descarte correto e a gente também falou um pouco sobre como eles estão fazendo esse descarte no lixo.

P10: A gente queria falar sobre juros simples. Aí a gente levou para eles uma situação que acontece no dia a dia. A gente chegou com duas folhinhas: uma de um ventilador e a outra de um umidificador. E a gente disse: nossa, esses dias estava muito calor, aí a gente parou para pensar que na nossa faculdade só tem um ventilador e é de noite, mas ainda fica aquele calor, imaginem vocês aqui na parte da tarde, como que fica? Imagina se a gente pudesse colocar dois ventiladores, três ventiladores, para ficar melhor para vocês.

As ações de busca por uma situação que estivesse próxima do contexto dos alunos, revelaram que a “atividade de modelagem matemática não ocorre no vácuo” (GALBRAITH, 2015, p. 342) e precisa levar em consideração a realidade do aluno, seu contexto de vivência e as condições que o circundam. Todavia, nas abordagens implementadas, o que se considerou, em um primeiro instante, foi a escolha de um tema de interesse dos professores cujos objetivos estavam subsidiados em abarcar, principalmente, algum conteúdo matemático via atividade de modelagem.

Quando o professor escolhe a temática, imprime um certo controle no desenvolvimento da atividade de modelagem. Porém, corroboramos Pinto e Araújo (2021, p. 2025) ao afirmar que “os professores escolhem um tema de interesse deles próprios, incorporando o interesse dos alunos”. De modo geral, os alunos foram considerados em todos os temas que os professores escolheram, em que realizaram algum procedimento para aproximá-los, tais como contar uma história sobre joaninhas, apresentar um vídeo sobre coleta seletiva, levar encartes sobre vendas de ventiladores, apresentar as formas em que preparavam o bolo e promover uma visita ao jardim sensorial.

Em se tratando de uma primeira experiência com modelagem matemática, entendemos que a limitação do tema seja uma necessidade para os professores, uma vez que eles também estão se familiarizando com essa abordagem didático-pedagógica. Entendemos que em outras práticas, com mais experiência e familiaridade, o controle fique cada vez menor.

Embora a situação-problema já estivesse delimitada, a abordagem foi realizada pelos alunos sob a orientação dos professores. É por meio da orientação que se configura o trilhar por uma atividade de modelagem, visto que o “que faz a diferença é, obviamente, a forma de ensino” (BLUM, 2011, p. 22). Para isso, foram considerados momentos em que os *alunos manusearam os dados e os materiais*.

No âmbito do Ensino Superior, como as professoras levaram formas de bolo para a sala de aula, o manuseio promoveu a busca por meios para dar uma solução ao problema, suscitando nos alunos das duas turmas em que a prática foi implementada procedimentos de produção empírica fazendo o uso de água para indicar o volume da forma, a simulação de regiões a partir da observação de dobraduras e o uso de tecnologia digital, conforme transcrição a seguir:

P4: [...] a ideia é calcular o volume, né? Porque eu não disse a forma de fazer, aí eles usaram água, eles usaram água para fazer o volume, né? Foi bem interessante. [...]

P11: Eles fizeram uma tradução empírica do problema.

P3: Eles buscaram uma maneira de ver se está certo o cálculo, porque depois eles já saberiam quanto cabia né? [...]

PA: Porque se a gente pensar na ideia de usar água, como vocês falaram, eles conseguiram dar uma resposta para o problema, [...] mas aí não teve matematização, né? Assim, de uma certa forma, não teve a busca por um modelo, mas foi uma busca por uma solução.

P11: Mas a partir da resposta dá para buscar um modelo né?

PA: Sim, e é interessante, porque no primeiro momento eles pensaram: quanto cabe? Eles queriam saber quanto cabe. Cabe tanto, bom, como é que eu consigo chegar nesse valor?

Ao questionar sobre a matematização da situação, a formadora PA buscou alertar as professoras P3 e P4 de que, mesmo que a manipulação dos materiais desse uma solução para o problema, em uma atividade de modelagem, se faz necessária a estruturação matemática para a situação em que há transferência de “uma representação de aspectos de um domínio extramatemático por meio de algumas entidades matemáticas e relações entre elas” (NISS; BLUM, 2020, p. 6). De fato, encher garrafas de água graduadas e inserir na forma já seria um meio para chegar a uma solução para o problema, porém, caso os alunos não tivessem, à disposição, o líquido ou precisassem fazer uma previsão, por exemplo, para encher um tanque ou uma piscina, se faria necessária a abordagem de um modelo matemático, como encaminhada via dobradura, conforme transcrição a seguir:

PK: É, porque como a forma é pequena, dá para resolver colocando água, mas se fosse uma... uma piscina?

P3: É, eles fizeram vários processos né, e apareceram outras funções também, fazendo por parte de figura também, usando a forma de coração. Com dois semicírculos, um quadrado. [...]

P4: Olha ela [se referindo a uma aluna] dobrou no meio e fez essa aproximação, que aqui vai dar uma circunferência completa [apontando para a forma de coração]. Aí ela poderia fazer um quadrado aqui, mas aí eles [se referindo a alunos da turma] preferiram fazer dois triângulos para se aproximar melhor aqui [mostrando a lateral do coração]. Aí fizeram outra dobradura aqui, ó, para fazer o triângulo. Aí fizeram triângulo aqui e o triângulo aqui. É claro que daí teve um certo erro, porque é arredondado né? Aí fizeram aqui para poder aproximar a área da base, para fazer essa solução. [...]

P3: Teve uma pessoa na Ciência da Computação que tentou usar o Geogebra, começou, [...] mas não conseguiu concluir a ideia né, não tinha conhecimento do software para criar as curvas, tentou mas não conseguiu. [...]

P4: Aí, em um segundo momento, porque no mesmo dia na Ciência da Computação não deu para fechar, então a gente voltou para mostrar no Geogebra. A gente fez a regressão polinomial.

Conjecturamos que os alunos das professoras P3 e P4 buscaram, em suas estruturas cognitivas, meios para realizar procedimentos de modo a chegar a uma solução para o problema, enchendo garrafas de água, fazendo dobraduras ou na tentativa de usar o *Software Geogebra*. O que estava em foco era a “situação real que requer uma transferência exigente entre o mundo real e a matemática” (ELFRINGHOFF; SCHUKAJLOW, 2021, p. 10) que possibilitou a realização de diferentes procedimentos.

As professoras P9 e P10 permitiram que o manuseio de dados fosse feito utilizando informações da internet para busca de valores de equipamentos de

refrigeração como ventilador, umidificador e aparelho de ar condicionado, conforme transcrição a seguir:

P9: [...] eles podiam pesquisar também, mas podia acontecer deles pegarem exemplos de ventiladores na internet que não tivessem juros.

P9: Aí o legal é que tiveram dois grupos que fizeram com o ventilador, dois com o umidificador e um pegou um ar condicionado na internet. [...] Então tiveram várias resoluções e cada uma foi indo de uma forma.

A troca de ideias entre os integrantes dos grupos subsidiada pela busca de informações em sites da internet com o auxílio do telefone celular (Figura 3), promoveu uma interação dos alunos com o mundo, ao investigar situações não essencialmente matemáticas, de forma colaborativa (Almeida; Silva; Vertuan, 2012).

Figura 3 – Alunos desenvolvendo a atividade sobre compra de equipamento



Fonte: Registro de P10 (2023).

A liberdade de os alunos procurarem em sites da internet equipamentos de refrigeração de ambientes que pudessem investigar para uma possível compra para a escola possibilita abarcar “uma situação da realidade e não uma situação simulada ou em que os dados são simulados” (ALMEIDA, 2022, p. 135).

Nos anos iniciais, o professor P11 disponibilizou folhas de sulfite com joaninhas impressas, bem como folhas de papel quadriculado e crepom para o desenvolvimento da atividade de modelagem:

P11: Aí eles pegaram a joaninha e foram colar, distribuir essas pintinhas, só que era um número ímpar, então como iria ficar distribuído essas pintinhas [nas duas asas]? Então eles: ah professor a gente vai colocar 3 de um lado e 4 do outro. Colocaram. [...] Eu achei engraçado que teve um aluno que, porque a gente não finalizou tudo na primeira aula, né, foi no segundo dia, e ele já tinha deixado anotado na joaninha maior, quantas pintinhas ia ter. Aí ele disse assim: ai professor porque daí eu já sei quantas pintinhas eu tenho que colar.

Ao estarem em contato com as representações de pintinhas, que eles mesmos produziram por meio do papel crepom, e também da imagem da joaninha, os alunos manipularam os materiais para estimarem a quantidade a ser distribuída em cada asa, antes de efetivarem a sua resolução, permitindo-lhes realizarem experimentações (Figura 4).

Figura 4 – Alunos do 1º ano manuseando os materiais



Fonte: Registros de P11 (2023).

Já os alunos da professora P1 exploraram o espaço em que as pistas para encontrarem um possível “tesouro” foram delineadas e orientadas via comandos relativos à lateralidade, em que o tamanho do passo de um dos integrantes de cada grupo deveria ser relacionado (Figura 5).

Figura 5 – Grupo seguindo pista indicada pela P1 no Jardim Sensorial e coletando dados



Fonte: Registros de P1 (2023).

O fato de disponibilizar dados e materiais para os alunos manipularem proporcionou espaço para que eles “interpretassem o problema e tivessem escolhas no processo de solução” (BLISS; LIBERTINI, 2006, p. 12), condição necessária para o desenvolvimento de uma atividade de modelagem.

Os encaminhamentos orientados pelos professores revelaram que, de modo geral, eles buscaram *não indicar o conteúdo matemático*, abandonando o papel do professor enquanto “detentor e transmissor do saber para ser entendido como aquele que está na condução das atividades, numa posição de partícipe” (BARBOSA, 1999, p. 71). Porém, essa ação docente se mostrou tanto uma dificuldade quanto uma abordagem natural.

Enquanto uma dificuldade, é de se considerar que, no desenvolvimento de uma atividade de modelagem, as ações do professor podem ser diferentes daquelas que habitualmente utiliza na sala de aula. Com isso, há a necessidade de migrar “de uma situação de aulas expositivas seguidas de exercícios para situações que são essencialmente investigativas” (ALMEIDA; VERTUAN, 2014, p. 14). As professoras P3 e P9, por exemplo, relataram dificuldades em não dizer o que era para ser feito:

P3: É mais difícil, não dar a resposta. Dizer não, isso está certo, isso está errado, é assim que faz ou faz assim. Não dizer para usar a integral, porque a minha vontade era dizer, eu quero que você faça isso aí por integração tripla, porque a gente estava vendo esse conteúdo de cálculo, vocês estão nesse conteúdo também, essa era a minha vontade. Só que aqui não é assim que faz né? Porque o professor naturalmente, a gente pensa que a gente tem que ter resposta, o aluno perguntou, nós temos que responder.

P9: [...] a gente ia tentando adaptar ali, sem falar e sem realmente interferir. Isso que foi o mais difícil nosso.

Essas afirmações foram validadas também pelo P8, denotando o que asseveram Tortola, Silva e Dalto (2023, p. 179), de que “há dificuldades em assumir o papel de orientador, pois os professores ainda têm a ideia imbricada de que devem ser os detentores do conhecimento”:

P8: A professora falou [apontando para a P3], mas como que eu, professora, não vou saber? Só que quando a gente leva uma atividade de modelagem, você tem uma surpresa!

Por outro lado, o P11 indicou que, em suas aulas com modelagem matemática, a abordagem de troca de ideias e não intervenção diretiva do professor ocorreu naturalmente:

P11: E eu quase que não trabalhei de forma expositiva. Não foi uma aula expositiva, eles tiveram que trabalhar, eu não fui para o quadro para explicar muita coisa...

P11: Eu cheguei onde eu queria, revisei os conteúdos sem ter que falar dos conteúdos, porque eles acabaram se encaminhando para isso.

De certo modo, ao não indicar um encaminhamento, nem sistematizar de antemão o conteúdo, proporcionou aos professores *ouvir e considerar as respostas dos alunos*. O que ponderamos é que essa ação docente de ouvir os alunos era recorrente nas aulas de P11, uma vez que em sua formação enquanto professor dos anos iniciais, a escuta é algo presente nas práticas. Essa pode ser considerada uma ação docente que configura “o movimento de ir até onde o outro está” (MILANI, 2017, p. 49), enquanto uma necessidade implícita e necessária no desenvolvimento de uma atividade de modelagem. Neste caso, alguns procedimentos feitos pelos alunos podem ser diferentes dos esperados:

P11: [...] nessa joaninha maior o aluninho disse: ai professor, mas eu já sei quanto vai dar! Porque ele já tinha marcado os números nas asinhas, daí ele disse assim: nem precisa nem colar é só fazer no gráfico!

P7: Aí teve um aluninho que ele questionou, né? [...] Quando a gente falou que ia dar aquele resultado, daí ele até falou: não, mas essa é uma estimativa, porque não quer dizer que toda semana vai ser o mesmo gasto, porque teve uma situação atípica que foi a construção das maquetes, por isso que teve um gasto maior. Foi um dos questionamentos que eu achei bem relevante na turma.

P7: E todas essas hipóteses que a gente levantou, foram uns alunos que trouxeram, tipo assim, eles que questionaram: Ah, professora, mas e quando a semana não fecha durante um mês? A gente considera ou não? Então daí que a gente foi abordando esses questionamentos com eles.

Ouvir e considerar os apontamentos dos alunos são ações docentes que podem orientar e direcionar o encaminhamento da atividade de modelagem, como ocorreu na sala de aula da professora P7. Esses apontamentos podem ser associados à troca de ideias que, de modo geral, ocorre quando os alunos

trabalham em conjunto. Desse modo, os professores entenderam a *potencialidade do trabalho em grupo*, conforme transcrições a seguir:

P11: Eles faziam a discussão tudo junto, depois a gente ia passando e orientando, mas no geral eles fizeram juntos mesmo. Um ajudando o outro. [...] Tanto que eles conseguiram fazer essa representação nos gráficos.

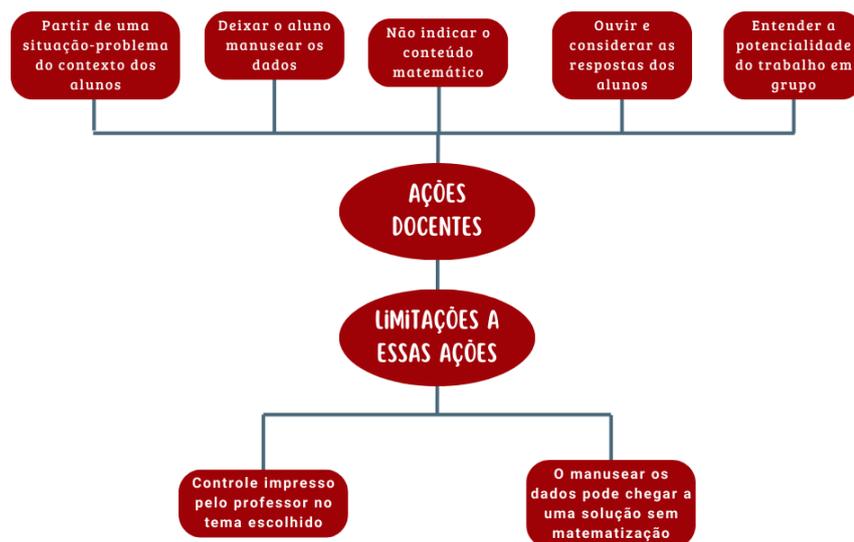
P7: Daí eles trabalharam, a gente organizou eles em grupos, eram grupos de até cinco alunos, e aí todos eles tentaram, eles estavam bastante engajados em resolver a atividade.

P1: [...] porque eles também têm um pouquinho de dificuldade, mas como estavam em grupo, acaba que um vai ajudando o outro.

O trabalho em grupo é um aporte no desenvolvimento de uma atividade de modelagem (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012), pois os envolvidos “agem cooperativamente para apoiar e encorajar uns aos outros” (ROSA; OREY, 2019, p. 99), tanto nos pequenos grupos quanto em grupos constituídos pela sala toda.

Com os relatos dos participantes de um curso de extensão que aceitaram o convite em implementar uma primeira prática com modelagem matemática, evidenciamos que as ações docentes revelaram o modo como esses professores entenderam como se dá (ou deveria se dar) o desenvolvimento das atividades: partir de uma situação-problema do contexto dos alunos, deixar o aluno manusear os dados, não indicar o conteúdo matemático, ouvir e considerar as respostas dos alunos, entender a potencialidade do trabalho em grupo (Figura 6). Muito embora, algumas ações pareceram controladas, como a escolha de uma temática que poderia ser de interesse dos alunos, ou truncadas, como a falta de matematização em primeiros encaminhamentos dos alunos para obter uma solução para o problema, os professores aceitaram o desafio de considerar em suas práticas uma experiência com modelagem matemática.

Figura 6 – Ações docentes em uma primeira prática com modelagem matemática



Fonte: Autoria própria (2023).

De modo unânime, a ação docente inicial foi partir de uma situação-problema do contexto que consideraram ser de interesse dos alunos, mesmo que, de

antemão, o interesse fosse dos professores para abarcar um conteúdo matemático – noção de espaço, volume (integral), juros simples e compostos, escrita e representação de números, massa de lixo produzido. Porém, o intuito dos professores era de mobilizar os alunos a se inteirar da situação, deixando-os manusear os dados e os materiais para inferir sobre o fenômeno em estudo – decifrar dicas para caça ao tesouro, determinar o volume de formas de bolos, buscar em sites da internet valores de equipamentos de refrigeração, manusear papéis e colagens e analisar a quantidade de lixo produzida na sala. A ação docente de deixar os alunos seguir os procedimentos que julgassem relevantes para resolver a situação, requereu dos professores o papel de orientador que não indicava o conteúdo a ser utilizado, bem como ouvia e considerava as respostas dos alunos. Além disso, a abordagem em grupo por todos os professores foi uma ação docente que potencializou as discussões e que permitiu inferir trocas de ideias para auxiliar na obtenção de uma solução para cada problema abordado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Enquanto pesquisadoras que defendem a implementação de práticas com modelagem nos diferentes níveis de escolaridade, ao nos depararmos com relatos de inseguranças e receios dos professores, nos mobilizamos em promover uma formação que fosse exequível e convidativa. Exequível no sentido de alocarmos o curso em três encontros presenciais aos sábados para que os professores não se dispersassem, desistindo de participar da formação. Convidativa, nos colocando enquanto parceiras tanto no planejamento quanto na implementação da prática, por meio de orientações. Nossa intenção primordial estava incutida em revelar para os professores que eles são capazes e têm potencial para articular o que pode ser feito com o que é preciso ser feito.

Neste sentido, cinco práticas com modelagem foram planejadas e implementadas: uma no Ensino Superior; uma na EJA; duas nos anos iniciais do Ensino Fundamental e uma nos anos finais do Ensino Fundamental. Quando os professores relataram a implementação, evidenciamos ações docentes que convergiram, respeitando as especificidades das turmas: partir de uma situação-problema do contexto dos alunos, deixar os alunos manusear os dados, não indicar o conteúdo matemático, ouvir e considerar as respostas dos alunos, entender a potencialidade do trabalho em grupo.

De modo geral, tais ações não faziam parte das práticas corriqueiras desses professores, porém se inspiraram nas orientações que tiveram quando desenvolveram uma atividade de modelagem no primeiro encontro do curso, bem como nos planejamentos que foram produzidos em conjunto com outros participantes e as professoras formadoras no segundo encontro. Com isso, a modelagem matemática foi incorporada enquanto uma abordagem didático-pedagógica, visto que as práticas foram “pensadas, estruturadas e introduzidas na sala de aula” (ALMEIDA, 2022, p. 123).

Defronte dessas ações docentes, entendemos que a estruturação do curso de extensão, vinculado a um projeto de pesquisa aprovado no Edital Universal, teve uma configuração empírica de como as atividades de modelagem podem ser implementadas na sala de aula, revelando o papel do professor como orientador, em que indica caminhos, faz perguntas, não aceita o que não está bom, sugere procedimentos, não dá respostas prontas e acabadas (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN,

2012). As ações docentes, de certo modo, recriaram o ambiente em que os professores se encontravam de modo a colocar os alunos na centralidade do desenvolvimento da atividade (CARREIRA; BAIÓIA, 2018), visto que se preocuparam em partir de uma situação que poderia ser de interesse ou mobilizar o interesse dos alunos, os deixaram manusear os dados e os materiais que poderiam ajudar na solução do problema, ouviram e consideraram suas respostas, proporcionando-lhes trabalhar em grupo.

Mesmo considerando práticas isoladas que foram implementadas, conjecturamos que tais ações podem ser incorporadas em outras aulas, mesmo que atividades de modelagem não estejam presentes, visto que os professores experimentaram dar voz para o aluno. Entendemos que esse “caminho” não tem volta, pois os professores se permitiram ouvir e se aproximar dos alunos, se colocando “numa posição de partícipe” (BARBOSA, 1999, p. 71), que pode transcender atividades de modelagem.

No entanto, há de se considerar que ao escolher uma temática para ser investigada, o professor imprime um controle no desenvolvimento da atividade, além disso, deixar os alunos manipular os materiais, sem a necessidade de matematização, revela algumas fragilidades na formação, sugerindo um caráter mais duradouro. Com isso, acompanhar os professores em outras práticas com modelagem matemática pode revelar a consistência ou a fragilidade das ações docentes, bem como elucidar outras que de sobremaneira podem emergir quando, por exemplo, os alunos escolhem a temática para ser investigada. Esse encaminhamento pode ser configurado como uma possibilidade de pesquisa futura.

Teaching actions in the implementation of practices with mathematical modelling

ABSTRACT

In this paper we bring results from a research in which we aim to highlight the teaching actions that are incorporated by teachers who accepted the invitation to implement a first practice with modelling in the classroom. Our theoretical framework is based on mathematical modelling as a didactic-pedagogical alternative for teaching mathematics and on structured directions in an extension course design for teacher education in mathematical modelling, based on three axes: learning about modelling, learning through modelling and teaching using modelling. Considering the research objective, we turned our attention to what twelve teachers in training reported about the steps they took in five practices planned and implemented within the scope of the course, in the year 2023. The qualitative and interpretative analysis of the teachers' reports together with photographs of their implementations revealed teaching actions that were similar to each other: starting from a problem situation in the students' context, letting the students handle the data, not indicating mathematical content, listen to and consider student responses, understand the potential of group work. These teaching actions signaled that the extension course had an empirical configuration of how modelling activities can be implemented in the classroom.

KEYWORDS: Mathematics Education. Teacher Education. Course design.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. M. W. Uma abordagem didático-pedagógica da Modelagem Matemática. **Vidya**, v. 42, n. 2, p. 121-145, 2022. Disponível em: <https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/VIDYA/article/view/4236>. Acesso em: 14 abr. 2024.
- ALMEIDA, L. M. W.; DIAS, M. R. Modelagem Matemática em cursos de formação de professores. *In*: BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. L. (Org.). **Modelagem matemática na Educação Matemática Brasileira: pesquisas e práticas educacionais**. Recife, PE: Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM), 2007. p. 253-268.
- ALMEIDA, L. M. W.; VERTUAN, R. E. Modelagem Matemática na Educação Básica. *In*: ALMEIDA, L. W.; SILVA, K. P. (Orgs.). **Modelagem Matemática em Foco**. Rio de Janeiro, RJ: Ciência Moderna, 2014. p. 1-21.
- ALMEIDA, L. M. W.; SILVA, K. A. P. Práticas de Professores com Modelagem Matemática: Algumas Configurações. **Educação Matemática em Revista**, v. 20, n. 46, p. 6-15, 2015.
- ALMEIDA, L. W.; SILVA, K. P.; VERTUAN, R. E. **Modelagem matemática na educação básica**. São Paulo, SP: Contexto, 2012.
- BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia**. São Paulo, SP: Contexto, 2002.
- BARBOSA, J. C. O que pensam os professores sobre modelagem matemática? **Zetetiké**, Campinas, v. 7, n. 1, p. 67-86, jan./jun. 1999.
- BARBOSA, J. C. Modelagem matemática e os professores: a questão da formação. **Bolema**, Rio Claro, n. 15, p. 5-23, 2001.
- BLISS, K.; LIBERTINI, J. What is Mathematical Modeling? *In*: GARFUNKEL, S.; MONTGOMERY, M. **GAIMME: Guidelines for Assessment & Instruction in Mathematical Modeling Education**.: Reston, Philadelphia: COMAP, SIAM, 2006.
- BLUM, W. Can modelling be taught and learnt? Some answers from empirical research. *In*: KAISER, G. et al. (Eds.). **Trends in teaching and learning of mathematical modelling**. New York: Springer, 2011, p. 15-30.
- BRAZ, B. C. **Aprendizagens sobre modelagem matemática em uma comunidade de prática de futuros professores de matemática**. 2017. 253 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência e a Matemática) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2017.

CARARO, E. F. F. **O professor que desenvolve modelagem matemática na Educação Básica no estado do Paraná**. 2022. 152 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2022.

CARREIRA, S.; BAIOA, A. M. Mathematical modelling with hands-on experimental tasks: on the student's sense of credibility. **ZDM Mathematics Education**, v. 50, n. 1/2, p. 201-215, 2018.

DIAS, M. R. **Uma Experiência com Modelagem Matemática na Formação Continuada de Professores**. 2005. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2005.

ELFRINGHOFF, M. S.; SCHUKAJLOW, S. What makes a modelling problem interesting? Sources of situational interest in modelling problems. **Quadrante**, v. 30, n. 1, p. 8–30, jun. 2021.

ESTEBAN, M. P. S. **Pesquisa qualitativa em educação: fundamentos e tradições**. Porto Alegre, RS: Editora AMGH, 2010.

FERRI, R. B. **Learning How to Teach Mathematical Modeling in School and Teacher Education**. New York: Springer, 2018.

FORNER, R. **Modelagem Matemática e o legado de Paulo Freire: relações que se estabelecem com o currículo**. 2018. 200 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2018.

FORNER, R.; MALHEIROS, A. P. S. Constituição da Práxis Docente no contexto da Modelagem Matemática. **Bolema**, v. 34, n. 67, p. 501-521, 2020.

GALBRAITH, P. Modelling, Education, and the Epistemic Fallacy. *In*: STILLMAN, G. A. *et al.* (Eds). **Mathematical Modelling in Education Research and Practice - Cultural, Social and Cognitive Influences**. Suíça: Springer, 2015. p. 339-349.

GALBRAITH, P. Models of modelling: genres, purposes or perspectives. **Journal of Mathematical Modelling and Application**, v. 1, n. 5, p. 3–16, 2012.

JOLANDEK, E. G.; KATO, L. A. Competências do letramento matemático que emergem no desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática na perspectiva de licenciandos do Programa Residência Pedagógica. **Educação Matemática Pesquisa**, v. 24, n. 4, p. 074-095, 2022. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/57647>. Acesso em: 12 abr. 2024.

KLÜBER, T. E. Metanálise Do Macroprojeto “Formação De Professores Em Modelagem Matemática: Compreensões E Desvelamentos”. **VIDYA**, v. 43, n. 2, p. 191–206, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.37781/vidya.v43i2.4614>. Acesso em: 12 abr. 2024.

MALHEIROS, A. P. S.; SOUZA, L. B.; FORNER, R. Olhares de docentes sobre as possibilidades da Modelagem nas aulas de Matemática. **REnCiMa**, v. 12, n. 2, p.

1-22, 2021. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/emp/article/view/57647>
Acesso em: 12. abr. 2024.

MARMITT, R. K. R.; BONOTTO, D. L. O Grupo de formação continuada como espaço/tempo de desenvolvimento profissional docente. **VIDYA**, v. 43, n. 2, p. 1–17, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.37781/vidya.v43i2.4535>. Acesso em: 12 abr. 2024.

MILANI, R. “Sim, eu ouvi o que eles disseram”: o diálogo como movimento de ir até onde o outro está. **Bolema**, v. 31, n. 57, p. 35-52, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bolema/a/C4wJkKzphWyT4w85PZTHvRy/?lang=pt>. Acesso em: 14 abr. 2024.

MUTTI, G. S. L. **Adoção da Modelagem Matemática para professores em um contexto de formação continuada**. 2020. 193 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2020.

NISS, M.; BLUM, W. **The learning and teaching of mathematical modelling**. London, New York: Routledge, 2020.

OLIVEIRA, A. M. P.; CAMPOS, I. S.; SILVA, M. S. As estratégias do professor para desenvolver modelagem matemática na sala de aula. **Boletim GEPEM**, Rio de Janeiro, v. 55, n. 3, p. 175-192, 2009.

OLIVEIRA, W. P.; KATO, L. A. Modelagem matemática no estágio pedagógico. **Revista Eletrônica de Educação Matemática**, p. 1-24, 2022. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article/view/82491>. Acesso em: 12 abr. 2024.

OMODEI, L. B. C. **Autenticidade em Atividades de Modelagem Matemática: da Aprendizagem para o Ensino em um Curso de Formação de Professores**. 2021. 192 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2021.

OMODEI, L. B. C.; ALMEIDA, L. M. W.. Formação do professor em modelagem matemática: da aprendizagem para o ensino. **Revista Eletrônica de Educação Matemática**, Edição Especial, p. 1-24, 2022. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article/view/82597>. Acesso em: 12 abr. 2024.

PINTO, T. F.; ARAÚJO, J. L. De mãos dadas: professores elaborando juntos o planejamento de uma atividade de modelagem matemática. *In*: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 8., 2021, Uberlândia (online). **Anais[...]** Uberlândia: SBEM, 2021. p. 2013-2028.

ROSA, M.; OREY, D. C. Mathematical Modelling as a Virtual Learning Environment for teacher education programs. **Uni-pluriversidad**, v. 19, n. 2, p. 80-102, 2019.

SILVA, K. A. P.; ALMEIDA, L. M. W. Formação Do Professor De Matemática No Contexto De Atividades De Modelagem Matemática *In*: ENCONTRO NACIONAL DE

MODELAGEM NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 13., 2019, Cuiabá, MT. **Anais[...]** Barra dos Bugres, MT: UNEMAT, p. 1-14.

SILVA, V. G.; ALMEIDA, P. C. A. de; GATTI, B. A. Referentes e critérios para a ação docente. **Cadernos de Pesquisa**, v. 46, n. 160, p. 286–311, 2016. Disponível em: <https://publicacoes.fcc.org.br/cp/article/view/3415>. Acesso em: 06 jun. 2024.

TEODORO, F. P. **Aprendizagens sobre a prática pedagógica com modelagem matemática em uma comunidade de prática de professoras dos anos iniciais**. 2022. 247 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência e a Matemática) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2022.

TORTOLA, E.; SILVA, K. A. P.; DALTO, J. O. Professores em ação: (res)significando o ensino por meio da Modelagem Matemática. **Bolema**, v. 37, n. 75, p. 168-193, abr. 2023.

Recebido: 15 abr. 2024.

Aprovado: 15 jul. 2024.

DOI: <http://dx.doi.org/10.3895/etr.v8n2.18441>.

Como citar:

SILVA, K. A. P.; CRUZ, J. P.; OMODEI, L. B. C. Ações docentes na implementação de práticas com modelagem matemática. **Ens. Technol. R.**, Londrina, v. 8, n. 2, p. 1-22, ago. 2024. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/etr/article/view/18441>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Karina Alessandra Pessoa da Silva
Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática.
Avenida dos Pioneiros, 3131. Londrina, Paraná, Brasil.

Direito autoral:

Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

