

Experiências metacognitivas manifestas no fazer modelagem matemática de uma professora

Metacognitive experiences manifested in a teacher's mathematical modeling

Elida Maiara Velozo de Castro¹

RESUMO

Neste estudo, a investigação centra-se em responder a questão: que relações se manifestam entre o fazer modelagem de uma professora em formação inicial e suas experiências metacognitivas? Para isso são consideradas as manifestações, de uma estudante de Licenciatura em Matemática, em relação ao planejamento, execução e avaliação reflexiva das atividades de modelagem matemática desenvolvidas durante um projeto de extensão. Os dados produzidos, compostos por transcrições de áudios, relatório final individual e entrevista, foram analisados à luz da Análise de Conteúdo de Bardin, tendo como referência os elementos constitutivos das experiências metacognitivas propostos por Corrêa (2021). Os resultados indicaram que as experiências metacognitivas da professora em formação emergiram de forma articulada aos diferentes momentos da modelagem, manifestando-se nos seis elementos: contextos, sujeitos, sentimentos, juízos de memória, estimativas e especificidades da tarefa. Ainda, essas relações revelam que as percepções da professora em formação se organizam, sobretudo, em três dimensões: a avaliação de suas próprias escolhas didáticas, a consideração das escolhas pautadas pelas necessidades dos alunos e a leitura das experiências vividas pelos estudantes. Esses achados oferecem subsídios para o planejamento de práticas formativas que integrem a modelagem ao desenvolvimento da experiência metacognitiva em cursos de Licenciatura em Matemática.

Palavras-chave: Modelagem Matemática; Experiência Metacognitiva; Professora Em Formação.

ABSTRACT

This study focuses on answering the question: What relationships emerge between a preservice teacher's modeling and her metacognitive experiences? To this end, we consider the experiences of a Mathematics undergraduate student regarding the planning, execution, and reflective evaluation of mathematical modeling activities developed during an extension project. The data produced, consisting of audio transcripts, a final individual report, and an interview, were analyzed using Bardin's Content Analysis, using the constituent elements of metacognitive experiences proposed by Corrêa (2021) as a reference. The results indicated that the preservice teacher's metacognitive experiences emerged in an articulated manner at different moments of modeling, manifesting themselves in six elements: contexts, subjects, feelings, memory judgments, estimates, and task specificities. Furthermore, these relationships reveal that preservice teachers' perceptions are organized primarily around three dimensions: the evaluation of their own teaching choices, the consideration of choices based on students' needs, and the interpretation of students' experiences. These findings provide insights for planning training

¹ Doutora em Ensino de Ciências e Educação Matemática. Professora do Departamento de Matemática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Campus Pato Branco. Email: elidacastro@utfpr.edu.br. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2310-1774>

practices that integrate modeling with the development of metacognitive experience in undergraduate mathematics programs.

Keywords: *Mathematical Modeling; Metacognitive Experience; Teacher In Training.*

Introdução

A modelagem matemática é considerada uma ferramenta essencial para compreender e resolver problemas do mundo real, promovendo sua conversão em termos matemáticos, a busca por soluções e a interpretação dos resultados (Bulut; Ferri, 2025). Esse processo, por sua vez, requer competências fundamentais como a compreensão de problemas, a identificação de variáveis, a simplificação e a matematização de situações do mundo real e interpretação e validação de soluções, essenciais para enfrentar desafios globais (Bulut; Ferri, 2025).

Embora a modelagem matemática seja amplamente reconhecida por seu potencial na área da Educação Matemática, sua implementação em salas de aula ainda é limitada e esporádica (Goos *et al.*, 2023). Essa limitação pode ser decorrente de diferentes desafios. Por um lado, os alunos enfrentam dificuldades para realizar tarefas de modelagem matemática (Blum, 2011), tornando imprescindíveis as intervenções dos professores, de modo a apoiar as transições dos alunos ao longo das diferentes fases da modelagem matemática, podem ser fundamentais (Blum & Ferri, 2009). Por outro lado, os professores precisam estruturar estratégias eficazes, como a organização do trabalho em grupos colaborativos, a promoção da mobilização e uso de metacognição, o incentivo à habilidade argumentativa quando os alunos se envolvem com atividades de modelagem.

Esse panorama reforça a ideia de que, a integração da modelagem matemática em contextos de ensino, prenuncia que os professores devem superar obstáculos institucionais, pessoais ou organizacionais. Um desses obstáculos, apontado por Blum e Niss (1991) e Niss e Blum (2020) é a lacuna no conhecimento e nas habilidades dos professores, seja em relação a falta de familiaridade com o conceito e a prática de modelagem ou a ausência de experiência na sua implementação em sala de aula, dificultando o planejamento, o desenvolvimento ou a avaliação dessas atividades (Goos *et al.*, 2023). Além disso, a insegurança quanto ao conhecimento de conteúdo matemático, extramatemático ou interdisciplinar necessários, bem como o domínio de ferramentas digitais, que a modelagem requer, pode representar um entrave, uma vez que a modelagem é baseada em problemas abertos e complexos, que necessitam flexibilidade para lidar com situações não previstas.

Outro aspecto relevante são as crenças e concepções dos professores sobre a matemática e a modelagem matemática, que podem influenciar significativamente sua adoção no ensino (Blum, 2015; Kaiser; Maaß, 2007). Algumas dessas crenças incluem a percepção de que tarefas abertas e

contextualizadas são menos atrativas para os alunos ou a visão de que o ensino deve seguir abordagens mais tradicionais, limitando a aceitação da modelagem como uma estratégia pedagógica eficaz.

As crenças docentes estão intimamente ligadas às experiências metacognitivas, isto é, à forma como os professores refletem sobre seu próprio conhecimento e prática. Diante disso, este estudo tem como questão norteadora: que relações se manifestam entre o fazer modelagem de uma professora em formação inicial e suas experiências metacognitivas? Considerando que os professores desempenham um papel central na implementação da modelagem, compreender suas experiências metacognitivas é essencial para fornecer uma visão aprofundada dos desafios e potencialidades dessa abordagem. Além disso, essa análise pode gerar insights valiosos para a formulação de estratégias que facilitem uma implementação mais eficaz e sustentável da modelagem matemática em diferentes contextos educacionais.

O fazer modelagem de e por professores

A modelagem matemática pode ser descrita como “um processo de tradução de problemas do mundo real para a linguagem da matemática, resolvendo-os com a ajuda da matemática, interpretando e validando os resultados e, assim, traduzindo-os de volta à realidade” (Ferri, 2025, p. 285). Além disso, por meio da modelagem é possível oferecer a oportunidade de conhecer e reconhecer matemática para responder a questões atuais do mundo real de forma baseada em fatos e questionamentos críticos.

Para que uma atividade de modelagem matemática seja efetiva, é necessário que ela conte com alguns elementos essenciais. Primeiramente, as tarefas devem ser baseadas em situações reais, promovendo uma conexão significativa entre a matemática e a realidade dos alunos. Além disso, as atividades precisam envolver complexidade suficiente para desafiar os estudantes, incentivando a formulação de hipóteses, a busca por estratégias de resolução e a interpretação dos resultados obtidos. Outro elemento fundamental é a utilização de modelos matemáticos que permitam a representação e análise do problema, possibilitando aos alunos compreenderem o papel da matemática na solução de questões do cotidiano (Hwang; Han, 2025).

Adicionalmente, a implementação eficaz da modelagem matemática em sala de aula depende do envolvimento e da competência do professor para orientar esse tipo de atividade. Estudos indicam que a falta de preparo docente é um dos principais desafios para a inserção dessa abordagem no ensino (Hwang; Han, 2025). Muitos professores em formação não possuem experiência prévia com modelagem matemática, o que pode gerar equívocos na compreensão das características essenciais das tarefas propostas. Quando as atividades não refletem adequadamente os princípios da modelagem,

tanto professores quanto alunos deixam de vivenciar experiências proveitosas de aprendizagem, resultando numa percepção negativa sobre a incorporação de modelagem em suas aulas (Kim, 2020).

Neste sentido, Almeida e Dias (2007) orientam que a formação do professor na/em modelagem deve se dar em três contextos: aprender sobre, aprender por meio, ensinar usando.

No contexto do aprender sobre concentram-se as experiências emergentes durante os estudos teóricos sobre modelagem matemática, na qual os alunos aprimoram sua base conceitual na medida em que ampliam seu referencial teórico sobre o tema e discutem o papel da modelagem no ensino da matemática.

O contexto aprender por meio, os alunos (professores em formação) experimentam a modelagem matemática em um contexto formativo, refletem sobre sua estruturação e potencialidades para sala de aula. Isso ocorre durante o desenvolvimento e planejamento de atividades de modelagem matemática, com os professores em formação na posição de modeladores.

Por fim, o ensinar usando descreve o contexto em que os alunos (professores em formação) implementam as atividades com alunos da Educação Básica, experienciando a dinâmica da modelagem matemática em sala de aula, interagindo com os seus alunos e adaptando estratégias conforme as demandas do ambiente em que se encontravam.

Esses contextos podem ser considerados espaços de formação, pois influenciam tanto a compreensão dos professores sobre as teorias da modelagem matemática quanto a aplicação desse conhecimento no desenvolvimento de atividades. Além disso, contribuem para a prática docente ao proporcionar maior segurança para enfrentar desafios, especialmente no que diz respeito à elaboração e preparação de tarefas adequadas para a modelagem matemática – um dos principais obstáculos para a implementação dessa abordagem em sala de aula (Hwang; Han, 2025, Ferri, 2018).

Para que a modelagem matemática seja aplicada de forma eficaz, seus diversos requisitos não devem se limitar ao conhecimento teórico dos professores, mas precisam ser incorporados à prática pedagógica em sala de aula (Stillman *et al.*, 2015). Nesse sentido, Ferri (2018) distingue o conhecimento teórico dos professores sobre as tarefas de modelagem e sua capacidade de elaborá-las, categorizando essas competências em dimensão teórica e dimensão prática. A dimensão teórica refere-se ao conhecimento sobre os ciclos de modelagem, os objetivos e perspectivas da modelagem e os diferentes tipos de tarefas. Já a dimensão prática diz respeito à habilidade de desenvolver tarefas de modelagem matemática apropriadas, refletindo a aplicação desse conhecimento na criação e implementação de atividades em sala de aula. Dessa forma, a competência prática dos professores para elaborar tarefas se alinha à dimensão de tarefa do modelo proposto por Ferri (2018).

Embora alguns estudos tenham identificado diferenças entre as competências dos professores quanto às características das tarefas de modelagem matemática e a forma como essas características

são refletidas na prática ao serem propostas aos alunos, ainda há uma lacuna na investigação sobre como as experiências metacognitivas dos docentes se relacionam com esse processo, aspecto central da nossa pesquisa.

Experiência metacognitiva

A metacognição tem sido foco de diversas pesquisas e práticas em ambientes educacionais, sobretudo pelo seu potencial de favorecer a aprendizagem consciente e autorregulada. Ao possibilitar que o sujeito monitore, avalie e ajuste suas próprias estratégias cognitivas, a metacognição constitui um recurso importante para que aprendizes se tornem mais autônomos e críticos diante das situações de aprendizagem (Flavell, 1981; 1987).

De modo geral, a metacognição é descrita como um constructo multifacetado, composto por três dimensões principais: conhecimento metacognitivo, regulação da cognição e experiências metacognitivas (Efklides, 2006; Flavell, 1987). O conhecimento metacognitivo refere-se às crenças e representações que o sujeito possui sobre si mesmo, sobre as tarefas e sobre as estratégias que pode utilizar em diferentes contextos de aprendizagem. Já a regulação da cognição envolve processos de planejamento, monitoramento e avaliação das ações cognitivas, permitindo ajustes durante a realização de uma atividade.

As experiências metacognitivas, por sua vez, dizem respeito às vivências conscientes de natureza cognitiva e afetiva que emergem antes, durante ou depois de uma atividade cognitiva. Tais experiências podem se manifestar em forma de julgamentos, impressões, sentimentos ou percepções conscientes, desempenhando a função de informar ao sujeito sobre seu progresso, suas dificuldades e as possibilidades de avanço em determinada tarefa (Flavell, 1981, 1987, Figueira, 2003). Nesse sentido, atuam como indicadores internos que sinalizam a necessidade de ajustes estratégicos e possibilitam maior controle sobre a aprendizagem.

Segundo Tay *et al.* (2023), experiências metacognitivas também funcionam como fontes de informação que orientam o progresso da atividade. Isso porque favorecem o reconhecimento de semelhanças ou diferenças em relação a tarefas anteriores e suscitam sentimentos de confiança ou incerteza, que podem desencadear a adoção ou a revisão de estratégias cognitivas e metacognitivas. Assim, elementos como familiaridade, dificuldade percebida, satisfação ou frustração não apenas acompanham o processo, mas também o influenciam diretamente.

Para explicar os componentes que estruturam tais experiências, Corrêa *et al.* (2021) propõem um modelo que contempla diferentes elementos constitutivos, sintetizados no Quadro 1:

Quadro 1 - Elementos componentes de experiência metacognitiva

Elementos	Descrição de referência
Contextos	Referem-se às situações que provocam reflexão e conscientização a partir de interações com o mundo, como a leitura de um livro, assistir a um vídeo ou realizar uma atividade em sala de aula, e que promovem experiências metacognitivas.
Sujeitos	Incluem tanto aspectos individuais quanto interações sociais, nas quais o contato com professores, colegas ou familiares pode estimular a construção de estratégias cognitivas, o que por sua vez conduz a ocorrência de conscientização e reflexão.
Sentimentos	Diz respeito às “vontades” do indivíduo que influenciam a percepção, manifestando-se em sensações como familiaridade, dificuldade, satisfação e confiança.
Juízos de memória	Referem-se a avaliações sobre a precisão e a origem das memórias, auxiliando na regulação de lembranças e no monitoramento do aprendizado.
Estimativas	Envolvem julgamentos conscientes e inconscientes sobre a aprendizagem, que ajudam a prever o esforço, a exatidão e o tempo necessários para a realização de uma tarefa, baseando-se em fatores como experiência prévia e crença na própria capacidade.
Especificidades da tarefa	Dizem respeito aos desafios cognitivos envolvidos na resolução de um problema, como a necessidade de resgatar conceitos, fazer comparações ou entender a estrutura do conhecimento que está sendo trabalhado.

Fonte: elaborada pela autora.

Assim, ao articular os elementos do modelo de Corrêa *et al.* (2021) com as práticas da modelagem matemática, buscamos identificar relações com as experiências metacognitivas que emergem no processo formativo, evidenciando como elas se constituem em oportunidades para o desenvolvimento profissional docente.

Aspectos Metodológicos

Esta pesquisa insere-se no campo da pesquisa qualitativa, de natureza descritivo-interpretativa, uma vez que buscou compreender as relações que se manifestam no fazer modelagem de uma professora em formação inicial e suas experiências metacognitivas.

A investigação foi realizada no âmbito do projeto de extensão intitulado “Modelagem Matemática para o Ensino de Matemática”, desenvolvido em uma universidade pública do interior do Paraná. A equipe executora do projeto era composta por três estudantes do curso de Licenciatura em Matemática e pela professora coordenadora. Para fins deste estudo, tomamos como foco analítico as experiências de apenas uma dessas estudantes, considerada representativa por sua participação efetiva nos diferentes momentos do projeto. À esta estudante nos referimos com o termo “professora em formação”.

As atividades propostas contemplaram tanto aquelas elaboradas pelos licenciandos, cada um responsável por planejar e implementar ao menos uma atividade de modelagem matemática, quanto

aquelas sugeridas pela professora coordenadora do projeto. Essas atividades foram vivenciadas pela licencianda nos contextos de aprender sobre, aprender por meio e ensinar usando modelagem matemática, conforme delineado por Almeida, Silva e Vertuan (2013). Entretanto, cabe salientar que esses contextos não são foco de análise deste trabalho, nos referimos a ele para elucidar que as experiências da professora podem ser resultado de um ou de outro ou da soma de todos eles.

Os dados que sustentam este estudo foram produzidos a partir de diferentes fontes, possibilitando a triangulação: (t) transcrições de áudios registrados durante o desenvolvimento das atividades de modelagem matemática, nos diferentes contextos de formação; (r) relatório final individual entregue à coordenação; (e) entrevista individual realizada ao término da participação no projeto.

Primeiramente, analisamos as articulações entre os dados coletados (transcrições, relatório e entrevista), o que possibilitou confrontar diferentes registros e reduzir vieses interpretativos. Além disso, asseguramos a articulação entre categorias de análise e o objetivo do estudo, de modo que cada inferência foi sustentada por dados empíricos e dialogada com o referencial teórico.

A análise dos dados foi conduzida à luz da análise de conteúdo proposta por Bardin (2011), que se estrutura em três etapas principais: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados, inferência e interpretação.

Na pré-análise, caracterizada por Bardin (2011) pela organização e sistematização inicial dos dados, realizamos a leitura flutuante dos diferentes materiais (t, r, e), com o objetivo de identificar recorrências, passagens significativas e indícios de experiências metacognitivas.

Na etapa exploração do material, que consiste na codificação, classificação e categorização (Bardin, 2011) organizamos o material a partir dos elementos constitutivos das experiências metacognitivas descritos por Corrêa (2021): contextos, sujeitos, sentimentos, juízos de memória, estimativas e especificidades da tarefa. Cada ocorrência foi codificada segundo sua correspondência com esses elementos.

No tratamento dos resultados, inferência e interpretação, as categorias foram interpretadas de forma articulada ao objetivo do estudo e ao referencial teórico. Procuramos compreender o fazer modelagem e as experiências metacognitivas de uma professora em formação inicial e de que forma elas se relacionaram.

Discussão dos resultados

No que diz respeito aos temas e problemas das atividades, a professora em formação enfatiza, em diversos momentos, a relevância do tema que ela mesma sugeriu para uma atividade. O tema escolhido foi “Jardim na escola”, tendo como problema central “Sabendo que entre a quadra e o

refeitório da escola há um espaço no qual poderia ser construído um jardim, qual seria o formato de canteiro mais adequado?”.

O elemento contextos refere-se às situações concretas ou simbólicas que provocam reflexão e conscientização a partir de interações com o mundo, servindo como ponto de partida para experiências metacognitivas. No âmbito da modelagem matemática, o contexto é fundamental, pois, segundo Ferri (2025), as tarefas devem ser baseadas em problemas do mundo real, permitindo a tradução dessas situações para a linguagem matemática, a busca por soluções e a interpretação de resultados.

Quando a professora em formação sinaliza: “O tema que escolhi para trabalhar com modelagem matemática foi o plantio de flores na escola, uma proposta que buscava [...] promover uma conexão com o ambiente escolar e a natureza” (e), exemplifica essa relação. A escolha de um tema autêntico e significativo para o espaço escolar cumpre a exigência de vincular a modelagem a situações reais (Hwang; Han, 2025) e favorece o envolvimento cognitivo e afetivo, pois a professora atribui sentido ao processo de matematização.

A realidade, entretanto, não se constitui apenas como ponto de partida, mas também como referencial para validar as soluções obtidas, etapa crítica no ciclo da modelagem. O trecho “A modelagem matemática permitiu que os alunos enxergassem a matemática aplicada em contextos reais” (e) reafirma essa função, na medida em que evidencia a percepção da professora de que os alunos precisam verificar se as soluções fazem sentido em relação à situação inicial.

Nesse movimento, como destacam Blum e Ferri (2009), as intervenções docentes tornam-se essenciais para apoiar as transições entre etapas, e tais intervenções estão diretamente relacionadas às condições contextuais. O contexto, portanto, não é estático, mas dinâmico, evoluindo conforme as interações em sala de aula. A afirmação da professora em formação que “Durante a execução das atividades, surgiram observações relevantes que contribuíram para adaptar e melhorar o processo de ensino” (r), reforça essa percepção e dialoga com a ideia de que a modelagem, por lidar com problemas abertos e complexos (Niss; Blum, 2020), exige flexibilidade para lidar com eventos não previstos, ajustando planejamento e estratégias às novas demandas que emergem.

O elemento sujeitos compreende tanto as características individuais dos participantes quanto as interações sociais que influenciam a construção de estratégias cognitivas. No contexto da modelagem, esse aspecto ganha relevância, pois, como aponta Barbosa (2004), a aprendizagem ocorre de forma situada, mediada pela relação entre os indivíduos e o problema em estudo.

Esse elemento foi perceptível nas atividades propostas, conforme o relato da professora em formação: “Durante a execução das atividades, houve intensa troca de ideias entre os alunos e o professor, o que favoreceu o desenvolvimento de diferentes estratégias” (e). Esse tipo de interação é

discutido por Blum e Leiß (2007), que destacam a importância da comunicação e da negociação de significados para o avanço da atividade de modelagem.

No que concerne ao papel dos envolvidos, o professor atua predominantemente como mediador e orientador do processo. Isso aparece quando a professora em formação afirma: “Essa experiência reforçou a importância de adaptar o conteúdo conforme o ritmo e a necessidade dos alunos” (r), evidenciando a adaptação da tarefa ao nível de compreensão dos sujeitos. Bassanezi (2011) enfatiza que esse tipo de intervenção é essencial para garantir a participação ativa e a acessibilidade do problema a todos.

O relato “Em relação aos temas propostos pelos colegas e pela professora, minha percepção foi extremamente positiva [...] Sua experiência e amplo conhecimento permitiram a escolha de temas desafiadores” (e) evidencia ainda a importância da interação entre diferentes sujeitos no processo educativo. A mediação e o conhecimento do professor coordenador, somados às propostas desenvolvidas pelos alunos, criam um ambiente propício ao desenvolvimento de estratégias e à ampliação da qualidade do trabalho.

De modo geral, a professora em formação sinaliza percepções sobre o ambiente colaborativo proporcionado pela modelagem, como quando destaca a organização em grupos e a colaboração entre os alunos: “O ambiente foi marcado por um forte senso de colaboração, no qual os alunos interagiram de maneira construtiva tanto entre si quanto conosco, os monitores” (r). A afirmação “A divisão dos alunos em grupos e a orientação próxima dos professores e monitores permitiram que eles se sentissem mais confiantes em compartilhar suas ideias” (r) reforça que a interação entre sujeitos, quando bem conduzida, promove segurança e participação ativa. A literatura também reforça que o trabalho em grupo constitui uma característica intrínseca da modelagem matemática, pois favorece tanto o engajamento quanto a diversidade de estratégias (Blum; Ferri, 2009; Stillman *et al.*, 2015).

O elemento sentimentos refere-se às disposições internas, vontades e estados emocionais que moldam percepção e motivação. No contexto da modelagem, esses aspectos afetam diretamente o envolvimento com a atividade. Um exemplo aparece no relato da professora em formação: “O primeiro desafio foi o nervosismo do grupo no primeiro dia de aplicação das atividades” (r). O nervosismo inicial revela a tensão gerada pelo enfrentamento de situações reais e complexas, próprias da modelagem, que podem provocar incertezas e inseguranças (Ferri, 2018). Contudo, a mesma professora observa que esse nervosismo foi superado ao longo do processo: “Esse nervosismo inicial, porém, foi superado [...] à medida que adquirimos mais segurança” (r). Isso mostra que os sentimentos não são estáticos, mas modulados pela dinâmica da atividade e pela mediação docente (Hwang; Han, 2025).

Além disso, a professora em formação também percebe esse elemento nos alunos: “Mesmo entre aqueles que inicialmente não demonstravam afinidade com a matemática, as atividades [...] despertaram um novo olhar sobre a disciplina” (e). Essa percepção sugere que o envolvimento em contextos reais contribuiu para criar vínculos entre a matemática e o cotidiano, gerando segurança e participação ativa (Stillman *et al.*, 2015). De acordo com Ferri (2018), a competência prática do professor na elaboração e mediação das tarefas é determinante para criar condições de confiança que sustentem o engajamento emocional e cognitivo.

O elemento juízos de memória aparece quando a professora em formação relaciona escolhas atuais a vivências anteriores. A afirmação “A escolha desse tema baseou-se em uma experiência anterior que tive em uma disciplina da universidade” (t) exemplifica a mobilização de lembranças como recurso para fundamentar decisões presentes. Isso evidencia como os juízos de memória funcionam como mediadores que permitem reavaliar experiências passadas e utilizá-las na construção de novas práticas docentes (Ferri, 2018).

De forma semelhante, ao refletir que “Outro aprendizado significativo foi relacionado à condução das atividades e ao nosso próprio desenvolvimento como futuros professores” (e), a professora em formação não apenas recorda, mas interpreta criticamente experiências, transformando lembranças em parâmetros de avaliação. Assim, os juízos de memória assumem função reguladora no percurso formativo, orientando tanto a reelaboração de concepções quanto o papel docente.

O elemento estimativas refere-se a julgamentos prévios sobre aprendizagem e antecipação de demandas cognitivas. No trecho “Os critérios principais para a escolha do tema [...] incluíram a relevância para o cotidiano dos alunos e a possibilidade de aplicar diversos conceitos matemáticos” (t), observa-se uma estimativa sobre o potencial de engajamento e de aplicabilidade prática. Também aparece quando a professora em formação sugere a realização de diagnósticos prévios: “Uma sugestão é realizar uma avaliação diagnóstica [...] permitindo uma compreensão mais detalhada do nível de conhecimento de cada turma” (t). Aqui, a estimativa funciona como ferramenta de planejamento didático, antecipando condições de entrada dos alunos.

Em outra situação, as estimativas emergem de forma a posteriori, quando a professora em formação reconhece a necessidade de ajustes: “Percebemos que era necessário ajustar o nível de dificuldade de algumas atividades para tornar o aprendizado acessível a todos” (r). Esse movimento revela a função reguladora das estimativas e a flexibilidade necessária no planejamento de tarefas de modelagem (Stillman, 2011; Barbosa, 2004).

Por fim, o elemento especificidades da tarefa evidencia os desafios cognitivos intrínsecos à resolução do problema. Isso aparece quando a professora em formação relata: “Discutimos sobre como guiar os alunos na definição das variáveis envolvidas, como área do terreno e o número de

flores que poderiam ser plantadas” (r). A identificação de variáveis relevantes, embora pareça simples, exige seleção de informações e estabelecimento de relações significativas, aspecto central na transição entre problema real e modelo matemático (Bassanezi, 2011; Barbosa, 2004).

Outro exemplo está no relato: “A visualização de diferentes formatos de canteiro permitiu aos alunos uma maior compreensão dos conceitos de área e perímetro” (r). Aqui, os alunos precisaram mobilizar e reconstruir conceitos matemáticos, aplicando-os em um novo contexto. A formalização desse processo aparece na fala: “Nessa fase, os alunos transformavam a linguagem cotidiana em conceitos matemáticos, sendo orientados a definir variáveis e criar modelos matemáticos” (r). Essa passagem, como destacam Bassanezi (2011) e Barbosa (2004), constitui o cerne da modelagem: a matematização da realidade.

As especificidades também extrapolam a dimensão matemática. Ao observar que “A escolha do formato do canteiro [...] demonstrou como eles consideraram fatores estéticos e práticos” (t) e “era muito legal, os alunos pensaram em considerar fatores que nem eu havia pensado, como por exemplo deixar espaço para irrigar, local que pega sol. Além disso, como não tinha trena para todo mundo usaram os pés, o corpo para medir” (t), a professora em formação evidencia que os alunos precisaram integrar dimensões não matemáticas na tomada de decisão. Essa articulação amplia o caráter interdisciplinar e formativo da modelagem (Almeida; Silva, 2016).

A partir dos aspectos analisados, buscamos sintetizar as relações identificadas em elemento da experiência metacognitiva à modelagem matemática, conforme Quadro 2.

Quadro 2 - Relações evidenciadas entre a modelagem e cada elemento de experiência metacognitiva

Elemento	Relações identificadas
Contexto	<ul style="list-style-type: none"> Atua como disparador das experiências metacognitivas Favorece a atribuição de sentido à matematização Funciona como critério de validação das soluções Evidencia a abertura e a dinamicidade dos problemas de modelagem
Sujeitos	<ul style="list-style-type: none"> Valoriza as interações sociais e a colaboração Reconhece a importância da mediação docente e da troca entre pares Promove a percepção de que a aprendizagem é construída coletivamente Estimula a conscientização sobre o papel do professor como mediador
Sentimentos	<ul style="list-style-type: none"> Mobiliza emoções como nervosismo, confiança e satisfação Influencia a motivação e o engajamento na atividade Requer do professor sensibilidade para lidar com dimensões afetivas Reforça a ideia de que a modelagem envolve aspectos cognitivos e emocionais
Juízos de memória	<ul style="list-style-type: none"> Permite recuperar experiências anteriores para orientar escolhas Funciona como regulador das práticas atuais Favorece a análise crítica do próprio percurso formativo Transforma memórias em parâmetros para a ação docente
Estimativas	<ul style="list-style-type: none"> Estimula a antecipação de demandas cognitivas e pedagógicas Auxilia no planejamento e na previsão de dificuldades dos alunos

	<ul style="list-style-type: none"> • Promove ajustes estratégicos durante e após a atividade • Desenvolve a capacidade de monitorar e regular processos de ensino e aprendizagem
Especificidades da tarefa	<ul style="list-style-type: none"> • Conecta-se diretamente ao processo de matematização • Evidencia desafios na orientação da definição de variáveis e relações • Requer a mobilização e reconstrução de conceitos matemáticos • Provoca reflexão sobre como articular dimensões matemáticas e não matemáticas • Exige constante reflexão docente sobre como guiar os alunos

Fonte: elaborada pela autora.

De modo integrado, esses elementos mostram que as experiências metacognitivas da professora em formação não se restringem a reflexões pontuais, mas configuram-se como um movimento contínuo de tomada de consciência e regulação, atravessado por aspectos cognitivos, afetivos, sociais e contextuais. As relações observadas, como a valorização do contexto, a mediação sensível entre sujeitos, o reconhecimento da dimensão afetiva, a mobilização de memórias formativas, a antecipação de demandas e a percepção da complexidade das tarefas, evidenciam que a modelagem matemática constitui um espaço privilegiado para a emergência de experiências metacognitivas significativas na formação inicial docente.

Considerações finais

Retomando à questão norteadora deste estudo: que relações se manifestam do fazer modelagem de uma professora em formação inicial e suas experiências metacognitivas? A análise empreendida permitiu evidenciar que tais experiências não se restringem a aspectos pontuais da prática, mas emergem de modo articulado a diferentes elementos que compõem o processo de modelagem.

A análise realizada permite afirmar que os elementos identificados (contextos, sujeitos, sentimentos, juízos de memória, estimativas e especificidades da tarefa), não se manifestam de forma isolada, mas são atravessados pelas percepções da professora ao refletir sobre o projeto de modelagem matemática. Essas percepções se organizam, sobretudo, em três dimensões: a avaliação de suas próprias escolhas didáticas, a consideração das escolhas pautadas pelas necessidades dos alunos e a leitura das experiências vividas pelos estudantes. Assim, cada fala docente que sustenta os elementos analisados revela-se condicionada por esse movimento reflexivo, no qual a professora examina suas decisões, ajusta o planejamento diante das demandas emergentes e interpreta os efeitos da atividade no engajamento e no aprendizado dos alunos. Tal articulação reforça o caráter processual e dinâmico da modelagem matemática, em que a prática docente é constantemente reelaborada a partir da interação entre decisões pedagógicas, necessidades discentes e experiências coletivas.

À luz das discussões teóricas, é possível afirmar que as experiências metacognitivas e o conhecimento metacognitivo se entrelaçam no desenvolvimento da prática docente. Enquanto o conhecimento metacognitivo oferece subsídios para interpretar situações e orientar ações, as experiências metacognitivas, compostas por sentimentos, juízos e percepções, retroalimentam esse conhecimento, promovendo ajustes, ampliações e transformações no processo de ensinar e aprender (Figueira, 2003). Nesse sentido, corroboramos com Aşık e Erktin (2019) ao destacar que as experiências metacognitivas mediam de maneira significativa os efeitos do conhecimento metacognitivo sobre a resolução de problemas, ao passo que, como reforça Tarricone (2011), elas interagem com os processos de monitoramento e controle, favorecendo a autorregulação.

Portanto, as relações que emergem das experiências metacognitivas da professora em formação apontam para a importância de compreendê-las como fenômenos processuais, dinâmicos e relacionais, que contribuem para o desenvolvimento profissional docente. Ao problematizar suas escolhas, considerar as necessidades dos alunos e interpretar as vivências coletivas, a professora não apenas constrói novas compreensões sobre a modelagem matemática, mas também elabora um caminho de formação marcado pela reflexão, pela autorregulação e pelo engajamento crítico com a prática educativa.

Do ponto de vista formativo, os resultados indicam contribuições práticas para a formação inicial de professores. Ao explicitar como elementos metacognitivos emergem no contexto da modelagem, é possível pensar em estratégias formativas que favoreçam maior consciência docente sobre o papel dos contextos, das interações sociais, da afetividade, da memória formativa e da antecipação de demandas na condução das atividades. Tais resultados subsidiam programas de licenciatura a experiências planejadas que podem expor futuros professores a situações de modelagem.

Recebido em: editora
Aprovado em: editora

Referências

- 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: SBEM, 2007. p. 253-268.
- ALMEIDA, L. M. W.; SILVA, K. A. P.; VERTUAN, R. E. *Modelagem Matemática no ensino*. São Paulo: Contexto, 2013.

ALMEIDA, L.W.; SILVA, K. P. A ação dos signos e o conhecimento dos alunos em atividades de modelagem matemática. *Boletim Online de Educação Matemática*, 2016.

AŞIK, G.; ERKTIN, E. Metacognitive experiences in mathematical problem solving. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, v. 50, n. 7, p. 1094–1112, 2019.

BARBOSA, J. C. *Modelagem Matemática: concepções e experiências de futuros professores*. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2004.

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70, 2011.

BASSANEZI, R. C. *Ensino-aprendizagem com modelagem matemática*. São Paulo: Contexto, 2011.

BLUM, W. Can modelling be taught and learnt? Some answers from empirical research. *Proceedings of CERME 7*, p. 1–20, 2011.

BLUM, W.; FERRI, R. Mathematical modelling: Can it be taught and learnt? *Journal of Mathematical Modelling and Application*, v. 1, n. 1, p. 45–58, 2009.

BLUM, W.; NISS, M. Applied mathematical problem solving, modelling, applications, and links to other subjects—State, trends and issues in mathematics instruction. *Educational Studies in Mathematics*, v. 22, n. 1, p. 37–68, 1991.

BULUT, N.; BORROMEO FERRI, R. Bridging mathematical modelling and education for sustainable development in pre-service primary teacher education. *Education Sciences*, v. 15, n. 2, p. 248, 2025.

CORRÊA, N. N. G. *Mapeamento da percepção do sistema metacognitivo na aprendizagem em Física: um estudo dos relatos de estudantes do Ensino Médio*. 2021. 191fls. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) –Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

CORRÊA, N. N. G., PASSOS, M. M., ARRUDA, S. M.; ROSA, C. T. W. Entendendo a metacognição e sua influência conativa para a aprendizagem. In: Corrêa, H. E. R., Fiorucci, R., & Paixão, S. V. (org.). *Educação (integral) para o século XXI: cognição, aprendizagens e diversidades*, 2021, (pp. 119-140). Bauru: Gradus Editora.

EFKLIDES, A. Metacognition and affect: What can metacognitive experiences tell us about the learning process?. *Educational research review*, v. 1, n. 1, p. 3-14, 2006.

FERRI, R. B. Mathematical modelling as a key practice for promoting learners' competencies targeting sustainability. *Educational Studies in Mathematics*, v. 109, p. 1–18, 2025.

FERRI, R. Learning how to teach mathematical modelling in teacher education. *ZDM – Mathematics Education*, v. 50, n. 1–2, p. 187–200, 2018.

FIGUEIRA, A. P. C. Metacognição e seus contornos. *Revista Iberoamericana de Educación*, v. 33, n. 1, p. 1–20, 2003.

FLAVELL, J. H. Cognitive monitoring. *Children's oral communication skills*, 1981.

FLAVELL, John H. Speculations about the nature and development of meta-cognition. *Metacognition, motivation, and understanding*, p. 21-29, 1987.

GOOS, M.; O'MEARA, N.; JOHNSON, P.; FITZMAURICE, O.; GUERIN, A. Mathematical modelling as stimulus for curriculum and instructional reform. In: LEIKIN, R. (Ed.). *Challenging mathematics for all*. Cham: Springer, 2023. p. 51–70. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-18868-8_4.

HWANG, S.; HAN, S. Pre-service mathematics teachers' competencies in designing mathematical modelling tasks. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10857-025-09678-2>.

KAISER, G.; MAAß, K. Modelling in lower secondary mathematics classroom—problems and opportunities. In: *Modelling and applications in mathematics education: The 14th ICMI study*. Boston, MA: Springer US, 2007. p. 99-108.

NISS, M.; BLUM, W. The learning and teaching of mathematical modelling. *ZDM – Mathematics Education*, v. 52, p. 1–16, 2020.

STILLMAN, G. Applying metacognitive knowledge and strategies in applications and modelling tasks. In: KAISER, G. et al. (Ed.). *Trends in teaching and learning of mathematical modelling*. Dordrecht: Springer, 2011. p. 165–180.

STILLMAN, G.; BROWN, J.; GALBRAITH, P. Metacognition and affect in mathematical modelling. In: STILLMAN, G.; BLUM, W.; BIEMBENGUT, M. S. (Ed.). *Mathematical modelling in education research and practice*. Cham: Springer, 2015. p. 469–481.

TARRICONE, P. *The taxonomy of metacognition*. New York: Psychology Press, 2011.

TAY, H. Y. et al. Metacognitive experiences as informational sources. *Educational Psychology Review*, v. 35, p. 123–142, 2023.

YANG, X.; LI, X.; DENG, Z. et al. Obstacles to the implementation of mathematical modelling in Chinese classrooms. *ZDM – Mathematics Education*, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11858-025-01660-9>.



Artigo está licenciado sob forma de uma licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

