DOI: 10.22481/intermaths.v2i2.9644
Licença Creative Commons
Article | Artigo

INTERMATHS
ISSN 2675-8318
Vol. 2, N. 2, Jul - Dez 2021, p. 227 – 244

Reflexão de uma futura professora sobre o ensino de álgebra através da modelagem matemática

Carlos Ledezma
Universitat de Barcelona, España
cledezar25@alumnes.ub.edu

Adriana Breda
Universitat de Barcelona, España
adriana.breda@ub.edu

Alicia Sánchez
Universitat de Barcelona, España
asanchezb@ub.edu

A prospective teacher's reflection on the teaching and learning of algebra through mathematical modelling

Abstract

There is a broad consensus on the importance of working on mathematical competencies at all educational levels, among which mathematical modelling stands out. Due to its relevance as a tool to solve real-context problems, this article addresses this competence from the perspective of a prospective mathematics teacher's reflection. In this line, the reflection made by a prospective teacher in her Master's Final Project on the role of mathematical modelling in a teaching-learning of algebra process is analysed. To this end, the Didactic Suitability Criteria tool was used, which was the same with which the prospective teacher developed her reflection. In methodological terms, a content analysis of this reflection was carried out and, in terms of its extension, a case study was developed in the context of a professionalising master's program in mathematics teachers training. From the results obtained, it is stressed that the prospective teacher privileged the epistemic, cognitive, and ecological criteria when she made comments regarding mathematical modelling in her reflection. Furthermore, it is concluded that the Didactic Suitability Criteria tool allowed to make evident the theoretical- procedural notions on modelling underlying her reflection.

Keywords: Didactic suitability criteria; Teaching of algebra; Mathematical modelling; Reflection in teacher training.

MSC: 97D40; 97H99.

Resumo

Há um amplo consenso sobre a importância de trabalhar as competências matemáticas em todos os níveis de ensino, entre as quais se destaca a modelagem matemática. Dada a sua relevância como ferramenta para a resolução de problemas de contextos reais, este artigo aborda esta competência na perspectiva da reflexão de uma futura professora de matemática. Nesta linha, analisa-se a reflexão feita por uma futura professora em sua Dissertação Final de Mestrado sobre o papel da modelagem matemática no processo de ensino e aprendizagem de álgebra. Para isso, foi utilizada a ferramenta Critérios de Adequação Didática, a mesma com a qual a futura professora desenvolveu a sua reflexão. Em termos metodológicos, realizou-se uma análise de conteúdo desta reflexão e, no ponto de vista da extensão, desenvolveu-se um estudo de caso no contexto de um curso de mestrado profissionalizante em formação de professores de matemática. Dos resultados obtidos, destaca-se que a futura professora, ao fazer comentários sobre modelagem em sua reflexão, privilegiou os critérios epistêmico, cognitivo e ecológico. Além disso, conclui-se que a ferramenta Critérios de Adequação Didática permitiu evidenciar as noções teórico-procedimentais sobre a modelagem subjacentes à sua reflexão.

Palavras-chave: Critérios de adequação didática; Ensino de álgebra; Modelagem matemática; Reflexão na formação de professores.

Submetido em: 12 de outubro de 2021 – **Aceito em**: 27 de novembro de 2021

1 INTRODUÇÃO

Mundialmente, há um consenso sobre o desenvolvimento de competências que implicam o uso da matemática para resolver problemas de contextos reais, entre as quais se destaca a competência em modelagem matemática [1]. Embora, na literatura, estabeleça-se uma discussão sobre como definir esta competência [2], ela é considerada como um elemento central no processo de resolução de problemas e tem um papel relevante no sistema de avaliação internacional PISA [3]. Existe um acordo na comunidade educativa de que o trabalho com foco na modelagem acarreta uma série de benefícios para o aprendizado da matemática [4] e é essencial para a formação de indivíduos capazes de vincular seus conhecimentos matemáticos às necessidades e demandas contemporâneas [5]. Dessa forma, para formar alunos com habilidades em modelizar, os professores precisam possuir os conhecimentos e as competências necessárias para gerir as estratégias de ensino e aprendizagem da modelagem matemática em sala de aula [6].

Um aspecto fundamental para o desenvolvimento dos conhecimentos e competências necessários para gerir os processos de ensino e aprendizagem da matemática em sala de aula é a reflexão do professor sobre sua própria prática, uma vez que o professor é considerado, nos termos de [7], [8], um sujeito reflexivo e racional, capaz de formular opiniões, tomar decisões, ter crenças e gerar sua própria rotina de desenvolvimento profissional. Na mesma linha, [9] argumentam que, uma vez que a reflexão se torne comum no professor, pode se tornar o principal mecanismo para o aprimoramento de sua própria prática profissional.

Vários estudos têm abordado a questão da reflexão do professor nos processos de formação de professores de matemática, especificamente, utilizando como ferramenta os *Critérios de Adequação Didática* (CAD) propostos pela Abordagem Ontossemiótica (AOS) (ver, [10], [11], [12], entre outros), em que são analisadas as Dissertações Finais de Mestrado (DFM) dos futuros professores. Embora esses estudos tenham se interessado em analisar a reflexão do professor em sua totalidade, o relatado neste artigo concentra seu interesse na reflexão do professor sobre a implementação da modelagem matemática na melhoria de um processo de ensino e aprendizagem de álgebra.

Com base neste último, surge a seguinte questão de pesquisa: Quais são os critérios de adequação didática que uma futura professora privilegia ao refletir, em sua dissertação final de mestrado, sobre a implementação da modelagem matemática para o ensino de álgebra? Para respondê-la, este artigo analisa a reflexão da futura professora Basallote [13] sobre o papel da modelagem matemática em um processo de ensino e aprendizagem, para a qual se valeu dos Critérios de Adequação Didática. A DFM escolhida corresponde à reflexão e reformulação da unidade didática que esta futura professora desenhou e implementou, na qual contemplou o trabalho com modelagem matemática para o ensino de álgebra no primeiro ano do Ensino Secundário Obrigatório (ESO) (alunos de 12 a 13 anos).

2 ABORDAGEM TEÓRICA

Esta seção apresenta o referencial teórico considerado no estudo, em particular, os relacionados à Modelagem matemática e aos Critérios de Adequação Didática (CAD).

2.1 Modelagem matemática

O processo de modelagem é entendido, em termos gerais, como uma passagem entre o mundo real e o matemático para resolver uma situação-problema extraída da realidade. Embora diferentes ciclos tenham sido projetados para explicar esse processo [14] e diferentes perspectivas sobre sua implementação tenham surgido [15], há um claro consenso de que sua inclusão no currículo é necessária para melhorar o aprendizado da matemática [4]. Além disso, existem as aplicações da matemática, uma vez que ambos processos –aplicações da matemática e modelagem matemática– denotam todos os tipos de relações que podem ser estabelecidas entre o mundo real e o matemático. A diferença entre as duas reside, nos termos de [16], [17], em que a modelagem é produzida da realidade para a matemática, enfatizando o aspecto procedimental dessa transição; e as aplicações são produzidas na direção oposta, enfatizando os objetos matemáticos envolvidos.

Este estudo não adota um ciclo ou perspectiva de modelagem particular, mas sim alguns atributos consensuais que caracterizam um problema de modelagem matemática como tal. Por isso, adota-se a proposta de [18], na qual se destacam seis qualidades desse tipo de problema e, a título de exemplo, utiliza-se o enunciado da Figura 1 para realizar uma caracterização, alinhado com o que foi proposto por [19].

Figura 1: Exemplo de problema de modelagem

Fonte: Adaptado de [19, p. 106]

O problema intitulado 'A Luz de Boston' é caracterizado por ser *aberto* e não limitado a uma resposta ou procedimento específico; além disso, a tarefa é *complexa*, pois, diante das informações fornecidas pelo enunciado, os alunos devem buscar os dados relevantes para sua solução. O contexto em que se situa o enunciado o torna *realista*, pois incorpora elementos do mundo real (o farol, a baía de Massachusetts, a cidade de Boston); além desta característica está a da *autenticidade*, uma vez que não é apresentada ao aluno uma falsa realidade, mas sim uma situação descrita que é condizente com um acontecimento que ocorreu ou que pode ocorrer na realidade [20]. Outra característica é que uma tarefa de modelagem é, em essência, um *problema* que não pode ser resolvido através da aplicação de algoritmos conhecidos [21], mas sim, que requer estratégias para sua resolução e cuja resposta não pode ser encontrada seguindo procedimentos de rotina [22]. Por fim, um problema de modelagem deve ser *solucionável através do ciclo de modelagem*, o que implica que todas as fases que o compõem sejam utilizadas para sua resolução [19].

As seis características descritas acima estão associadas ao que, em termos de [23], é considerada a perspectiva de 'modelagem como um conteúdo', em que o objetivo é desenvolver a capacidade de modelizar, na qual é alcançada através da construção de modelos matemáticos que emergem dos conhecimentos adquiridos pelos alunos. A outra perspectiva proposta por esses autores é a da 'modelagem como veículo', em que esse processo é utilizado para desenvolver a compreensão matemática, por meio da construção do conhecimento matemático a partir da modelagem.

2.2 Critérios de Adequação Didática

Na AOS [24], [25], a *adequação didática* de um processo de ensino-aprendizagem é entendida como o grau em que ele (ou parte dele) atende a certas características que o permitem ser qualificado como idôneo (ótimo ou adequado) para atingir a adaptação entre os *significados pessoais* alcançados pelos alunos (aprendizagem) e os *significados institucionais* pretendidos ou implementados (ensino), tendo em conta as circunstâncias e os recursos disponíveis (ambiente).

Este construto multidimensional é dividido em seis *critérios de adequação didática* (CAD) [12]: *epistêmico*, para valorar se a matemática ensinada é 'boa matemática'; *cognitivo*, para valorar, antes de iniciar o processo instrucional, se o que se deseja ensinar está a uma distância razoável do que os alunos sabem; *de interação*, para valorar se a interação esclareceu dúvidas e dificuldades dos alunos; *de meios*, para valorar a adequação dos recursos materiais e temporais utilizados no processo instrucional; *afetivo* (ou *emocional*), para valorar o envolvimento (interesse, motivação) dos alunos no processo instrucional; e *ecológico*, para valorar a adequação do processo instrucional ao projeto pedagógico do centro, às diretrizes curriculares, às condições do meio social e profissional, etc. Cada um dos CAD possui seus respectivos componentes (ver Tabela 1), e seu funcionamento requer a definição de um conjunto de indicadores observáveis, que permitem valorar o grau de adequação de cada uma das facetas do processo de instrução [11].

Tabela 1: Componentes dos critérios de adequação didática

Critérios	**Componentes**
Epistêmico	Erros; Ambiguidades; Riqueza dos processos; Representatividade da complexidade do objeto matemático.

Cognitivo	Conhecimentos prévios; Adaptação curricular às diferenças individuais; Aprendizagem; Alta demanda cognitiva.
de Interação	Interação professor-aluno; Interação entre alunos; Autonomia; Avaliação formativa.
de Meios	Recursos materiais; Número de alunos, horário e condições de aula; Tempo.
Afetivo	Interesses e necessidades; Atitudes; Emoções
Ecológico	Adaptação ao currículo; Conexões intra e interdisciplinares; Utilidade sócio laboral; Inovação didática.

Fonte: Adaptado de [12, pp. 80-83]

Na AOS, o processo de modelagem é considerado um *hiper* ou *mega* processo [24], [25], pois envolve outros processos mais elementares, como representação, argumentação, idealização, generalização, etc. Além disso, dentro deste marco, considera-se que o aprimoramento da modelagem é um aspecto que melhora a adequação do processo de instrução [26].

3 METODOLOGIA

Para cumprir o objetivo proposto, seguiu-se uma metodologia de pesquisa qualitativa a partir de um paradigma interpretativo [27], que consistiu na realização de uma análise de conteúdo [28], por médio de categorias *a priori*, da reflexão feita por uma futura professora em sua DFM. Do ponto de vista da extensão, esta pesquisa é considerada um estudo de caso [29].

3.1 Contexto da pesquisa

Esta investigação foi desenvolvida no âmbito do Mestrado em Formação de Professores do Ensino Secundário Obrigatório e Bacharelado (especialidade Matemática), ministrado pelas Universidades Públicas da Catalunha (Espanha), durante o ano letivo 2020-2021.

O programa de estudos do mestrado inclui, no módulo de Formação Específica, um submódulo sobre modelagem matemática, em que o ciclo proposto por [30] é apresentado aos futuros professores, juntamente com os diversos exemplos em que é utilizado. Como tarefa final do submódulo, solicita-se aos futuros professores de matemática que apresentem um problema de modelagem (enunciado, resolução e conteúdos curriculares).

Este programa também prescreve, no módulo de Prática, a realização de práticas pré-profissionais em colaboração com as instituições de educação básica estabelecidas através de convênios com as universidades, e que devem ser reconhecidas como centros de prática, bem como seus tutores responsáveis pela orientação e tutela dos alunos do mestrado. Nessas práticas, os futuros professores devem desenhar uma sequência de ensino-aprendizagem que eles devem implementar, que é determinada pela instituição de ensino, pelo nível dos alunos e pela época do ano letivo em que realizam sua intervenção. Diante dessa situação, a margem que os futuros professores têm para atuar, exclusivamente na modelagem, na implantação de sua unidade didática está sujeita a certas restrições. Esta característica não se aplica à reformulação (redesenho) da unidade didática proposta na sua DFM.

O contexto de implementação das práticas educativas foi diferente em relação ao ano letivo anterior. Devido ao confinamento pela pandemia COVID-19, os futuros professores do ano letivo 2019-2020 tiveram que implementar suas unidades didáticas, parcial ou totalmente, na modalidade virtual (ver como exemplo [31], [32]). Por outro lado, os futuros docentes do ano letivo 2020-2021, desenvolveram presencialmente as suas implementações.

3.2 Descrição da dissertação final de mestrado

Para a obtenção do grau de mestre, os futuros docentes devem elaborar uma DFM, que deve ser um trabalho original, autónomo e individual, que permita ao aluno evidenciar de forma integrada os conteúdos formativos recebidos e as competências gerais associadas ao Mestrado em Formação de Professores de Matemática Secundária, e que devem contribuir para refletir e aprofundar a análise da própria prática, possibilitando propor elementos para o seu aprimoramento. Para tanto, os CAD são apresentados aos futuros professores, juntamente com a versão modificada da diretriz de componentes e descritores dos referidos critérios que permitem sua aplicação [12]. Com essas ferramentas, sugere-se que avaliem, em sua DFM, a sequência de ensino-aprendizagem que implementaram na prática pré-profissional para que, dessa forma, proponham mudanças que possam ajudar a melhorar a adequação do processo instrucional.

A estrutura das DFM contém os seguintes capítulos:

- Um capítulo de *Introdução*, no qual se apresenta o contexto do centro educacional em que foi realizada a intervenção e os aspectos curriculares da unidade didática implementada.

- Um capítulo de *Análise da implementação*, no qual são realizadas as valorações da adequação didática da unidade didática implementada, utilizando os CAD como ferramenta. Este capítulo termina com a valoração global da adequação didática.

- Um capítulo de *Proposta de redesenho*, em que se propõe uma reformulação da unidade didática implementada para melhorar a sua adequação didática, com base na reflexão feita no capítulo anterior.

- Um capítulo de *Autoavaliação de competências* (baseado na proposta de [33]), no qual os futuros professores devem comparar o nível de cada competência profissional, considerando o nível que possuíam ao ingressar no Mestrado com aquele que conseguiram desenvolver ao final do seu processo de formação.

- Um capítulo de *Anexos*, que pode incluir evidências da implementação, do planejamento da unidade didática implementada, etc.

O trabalho de Basallote [13] consiste em uma proposta de oito sessões para abordar o ensino de álgebra no primeiro ano do Ensino Médio, cujo objetivo é introduzir o conceito de variável e de expressões algébricas, com base nas competências previstas no currículo [34]. O contexto de implementação desta proposta foi um curso de 30 alunos, em uma escola pública localizada na cidade de Barcelona (Espanha), durante o mês de março de 2021.

3.3 Análise de conteúdo

Para este estudo, foram considerados 117 DFM, correspondentes ao ano letivo de 2020-2021 e, para a sua análise, foram seguidas etapas semelhantes às utilizadas por [35], que são descritas a seguir.

Em um *primeiro passo*, de acordo com a revisão da literatura (Subseção 2.1) e do conhecimento dos autores sobre o assunto, elaborou-se uma lista de palavras-chave relacionadas à modelagem matemática (context*, model*, problema*, real*). Esses termos permitiram identificar as referências sobre modelagem nos comentários valorativos feitos pelos futuros professores em suas DFM.

Em um *segundo passo*, foram registrados os dados (autor, título, curso, conteúdo matemático) de cada documento. Este *segundo passo* possibilitou ter uma base de dados ordenada para consulta das DFM e, dessa forma, pôde-se manter um primeiro registro de quais mencionaram as palavras-chave definidas no *primeiro passo*.

Em um *terceiro passo*, as DFM foram classificadas de acordo com quatro níveis de referência de modelagem matemática identificados em suas propostas didáticas:

- *Nível 0* (N_0), que corresponde às DFM que não fizeram referência aos termos relacionados à modelagem, ou seja, que não consideraram o trabalho com esse processo nas propostas didáticas implementadas, ou que incluiram alguma das palavras-chave estabelecidas, mas sem estar diretamente relacionadas com a modelagem[1].

- *Nível 1* (N_1), que corresponde às DFM que, embora não tenham considerado o trabalho com este processo nas propostas didáticas implementadas, propuseram a sua inclusão no redesenho.

- *Nível 2* (N_2), correspondendo às DFM que incluíram problemas de modelagem nas propostas didáticas implementadas, enquanto refletiam sobre sua implementação, mas não propuseram melhorias em seu redesenho para potencializar este processo.

[1]Por exemplo, as DFM que usaram a palavra-chave ‘modelo’ para falar sobre o ‘modelo educacional do centro’, ou a palavra-chave ‘contexto’ para se referir ao ‘contexto social dos alunos’.

- *Nível 3* (N_3), que corresponde às DFM semelhantes aos classificados em N_2, mas que propuseram melhorias em sua proposta de redesenho para potencializar a modelagem.

Em um *quarto passo*, os comentários relacionados à modelagem foram categorizados por meio dos CAD. Vários estudos abordaram a questão da reflexão do professor nos processos de formação de professores de matemática (por exemplo, [10] para análise em didática; [36] para a aprendizagem autorregulada; [37] para o desenvolvimento da criatividade; etc.), usando a metodologia de análise de conteúdo para demonstrar o uso dos componentes dos CAD. Nesta pesquisa, esses componentes são considerados categorias a priori [28], a fim de identificar os aspectos do processo ensino-aprendizagem que os futuros professores têm em conta ao trabalhar com a modelagem matemática. Para efeito da análise de conteúdo das DFM, neste *quarto passo* foram considerados os comentários valorativos do capítulo *Análise da implementação* dos documentos classificados nos níveis de referência N_2 e N_3, por conterem a totalidade da reflexão dos futuros professores sobre sua prática.

Finalmente, em um *quinto passo*, os problemas de modelagem implementados (do capítulo *Análise da Implementação*) e propostos (do capítulo *Proposta de redesenho*) foram analisados de acordo com as características mencionadas na Subseção 2.1.

4 APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

Nesta seção apresenta-se a análise de conteúdo da DFM da futura professora Basallote [13], escolhida para este artigo por ser aquela em que são feitas referências explícitas à incorporação da modelagem, tanto na unidade didática implementada quanto na proposta de redesenho visando sua melhora (classificada em N_3). Para tanto, apresentam-se inicialmente as valorações realizadas por [13] sobre a implementação de sua unidade didática por meio da utilização dos CAD (Subseções 4.1 a 4.5), destacando-se os comentários com os quais justifica sua reflexão e que remetem –diretamente ou indiretamente– à modelagem. A seguir, é apresentada a valoração global feita por [13] sobre o processo de instrução implementado (Subseção 4.6) e, por fim, apresenta-se a descrição do redesenho realizado visando o aprimoramento de sua unidade didática (Subseção 4.7).

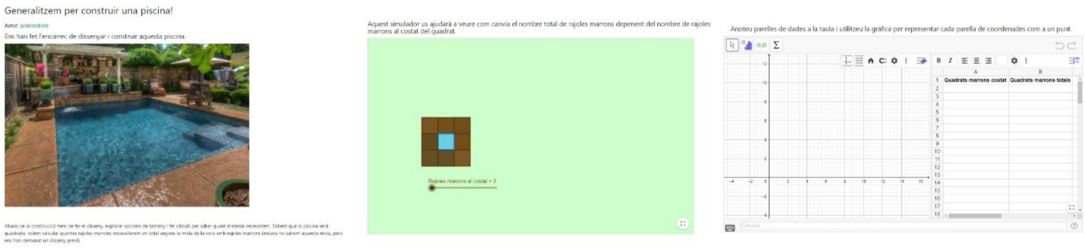
4.1 Adequação epistêmica

A valoração da adequação epistêmica que realizou [13] em sua unidade didática, deu como resultado 3,33 de 5 (3,33/5), com base na média das seguintes pontuações por componente: Erros e Ambiguidades (3); Riqueza dos processos (4); Representatividade da complexidade do objeto matemático (3). A futura professora considerou conjuntamente os componentes ‘Erros’ e ‘Ambiguidades’, embora não tenha feito comentários –nem explícitos nem implícitos– sobre a modelagem. No componente ‘Riqueza dos processos’, a futura professora comentou que já trabalhou, entre outros, os processos ‘resolução de problemas’, ‘modelagem’ e ‘contextualização e fomento de conexões’, definindo-os da seguinte forma:

> Resolução de problemas: Aplicar conhecimentos prévios e raciocínio para traduzir um problema para a linguagem matemática e resolvê-lo, contemplando diferentes estratégias. [...]. Modelagem (matematização horizontal de Freudenthal, 1991): Usando representações matemáticas para modelar e interpretar situações. [...]. Contextualização e fomento de conexões: Utilizar problemas baseados em situações próximas dos alunos, que façam parte da sua realidade, ou que incentivem a ligação com outras áreas da matemática. [13, pp. 9-10].

A futura professora comentou que esses três processos foram trabalhados na atividade 'Generalizamos' (Figura 2), desenvolvida com um *applet* do *GeoGebra*, na qual é solicitado o cálculo de quantos azulejos marrons são necessários para construir uma piscina quadrada de dimensões desconhecidas.

Figura 2: Atividade 'Generalizamos'



Fonte: [38]

Na componente 'Representatividade da complexidade do objeto matemático', a futura professora comentou que a atividade 'Generalizar' permitiu trabalhar as noções de função e relação, da mesma forma que "as configurações tabular, analítica e gráfica foram apresentadas progressivamente, com foco em sua aplicação à solução de um problema de modelagem extra matemático" [13, p. 13].

4.2 Adequação cognitiva

A valoração da *adequação cognitiva* que realizou [13] em sua unidade didática, deu como resultado 4,25 de 5 (4,25/5), com base na média das seguintes pontuações por componente: Conhecimentos prévios (5); Adaptação curricular às diferenças individuais (4); Aprendizagem (3); Alta demanda cognitiva (5).

No componente 'Conhecimentos prévios', a futura professora comentou que, o fato das atividades propostas na unidade didática serem situações contextualizadas, permitia a sua resolução a partir de diferentes pontos de partida e níveis de complexidade, sendo assim aceitáveis para todos os alunos.

No componente 'Alta demanda cognitiva', a futura professora comentou que "embora as atividades propostas na unidade didática promovam a aprendizagem baseada em problemas, foram selecionadas para ativar processos cognitivos relevantes ao nível dos alunos e dos conteúdos trabalhados" [13, p. 16]. Desta forma, ela enfatizou mais uma vez que a atividade

'Generalizar' potencializa os processos de generalização, mudanças de representação, raciocínio, e conexões intramatemáticas.

No que diz respeito aos componentes 'Adaptação curricular às diferenças individuais' e 'Aprendizagem', a futura professora não fez quaisquer comentários –nem explícitos nem implícitos– referentes à modelagem.

4.3 Adequação de meios

A valoração da *adequação de meios* que realizou [13] em sua unidade didática, deu como resultado 4,33 de 5 (4,33/5), com base na média das seguintes pontuações por componente: Recursos materiais (5); Número de alunos, horário e condições da sala de aula (5); Tempo (3).

A futura professora fez um comentário implicitamente referindo-se à modelagem apenas no componente 'Recursos materiais', com base na atividade 'Generalizar', na qual ela afirmou que:

> permitiu aos alunos familiarizarem-se com a representação de uma relação através de tabela e gráfico utilizando o programa GeoGebra [. . .], valendo-se dos recursos do TAC [Tecnologias de Aprendizagem e Comunicação], sendo a motivação fundamental destas implementações a contextualização do conteúdo. [13, p. 19].

4.4 Adequação ecológica

A valoração da *adequação ecológica* que realizou [13] em sua unidade didática deu como resultado 4,5 de 5 (4,5/5), com base na média das seguintes pontuações por componente: Adaptação ao currículo (5); Conexões intra e interdisciplinares (3); Utilidade sócio laboral (3); Inovação didática (5).

No componente 'Conexões intra e interdisciplinares', a futura professora comentou que as atividades propostas não só promoveram conexões com outros conteúdos matemáticos, mas também "conexões com elementos próximos do contexto dos alunos ([. . .], modelagem de uma piscina), embora as conexões interdisciplinares não tenham sido incentivadas" [13, p. 20].

No componente 'Utilidade sócio laboral', a futura professor apenas comentou que "os conteúdos estudados, assim como a álgebra em geral, facilitam a observação e compreensão do contexto que nos rodeia através de modelos, generalizações e medições" [13, p. 20], referindo-se implicitamente à importância da modelagem para a compreensão do mundo real.

No que diz aos componentes 'Adaptação ao currículo' e 'Inovação didática', a futura professora não fez quaisquer comentários –nem explícitos nem implícitos– referentes à modelagem.

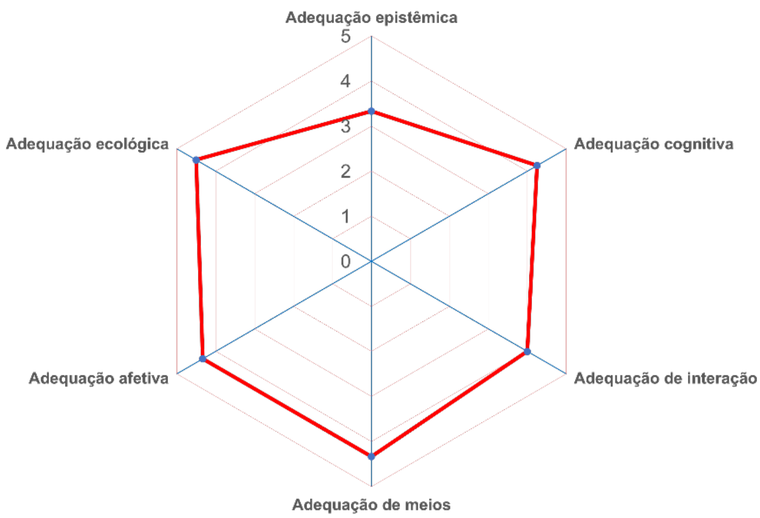
4.5 Adequação de interação e afetiva

A valoração da *adequação de interação* que realizou [13] em sua unidade didática, deu como resultado 4 de 5 (4/5), com base na média das seguintes pontuações por componente: Interação professor-aluno (5); Interação entre alunos (5); Autonomia (3); Avaliação formativa (3). Já para a *adequação afetiva*, o resultado foi de 4,33 de 5 (4,33/5) a partir da média das seguintes pontuações por componente: Interesses e necessidades (5); Atitudes (3); Emoções (5). Porém, em nenhum desses dois CAD a futura professora fez comentários –nem explícitos nem implícitos– referentes a modelagem.

4.6 Valoração global da adequação didática

A Figura 3 mostra a valoração global feita por [13] sobre a *adequação didática* do processo de ensino implementado, por meio do modelo que foi explicado aos futuros professores durante seu ciclo de formação no Mestrado. Este consiste em um gráfico de radar em formato hexagonal, em que o hexágono regular externo representa um processo de ensino e aprendizagem considerado ideal, e o hexágono irregular interno representa a adequação do processo de instrução implementado pelos futuros professores. Dessa forma, a futura docente construiu o gráfico com base nas notas atribuídas a cada CAD, conforme mencionado nas Subseções 4.1 a 4.5.

Figura 3: Hexágono de valoração global da adequação didática



Fonte: [13, p. 21]

4.7 Proposta de redesenho

A fim de redesenhar sua proposta, a futura professora propôs um conjunto de elementos para abordar os aspectos do processo de instrução que ela considerava que deveriam ser melhorados, com base nas valorações apresentadas nas Subseções 4.1 a 4.5. Em resumo, [13] propôs o seguinte para cada CAD:

- *Adequação epistêmica*: evitar processos que possam promover a internalização das concepções de *letter-as-object* [39] e *process-product dilemma* [40], e aumentar o trabalho a partir da configuração da função como um conjunto.
- *Adequação cognitiva*: criar atividades de extensão e síntese para promover um processo instrucional na perspectiva da diversidade e um instrumento de avaliação final no âmbito individual (diários de aula).
- *Adequação de interação*: promover o trabalho autônomo fora do grupo cooperativo, propor atividades de extensão para o trabalho em casa e melhorar a avaliação formativa/somativa final individual.
- *Adequação de meios*: ajustar os tempos de autoaprendizagem em casa.
- *Adequação afetiva*: propor papéis dentro do grupo cooperativo, a fim de melhorar o sentimento de responsabilidade e a atitude dos alunos.
- *Adequação ecológica*: fomentar as conexões interdisciplinares.

No que se refere à atividade 'Generalizamos', a futura professora propôs uma reformulação da mesma, a fim de melhorar a adequação epistêmica, que foi a mais rebaixada em sua valoração. Esta melhoria é detalhada na Subseção 5.2.

5 DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Nesta seção discute-se os resultados da análise de conteúdo apresentados na Seção 4, e apresenta-se as conclusões do estudo.

5.1 Sobre o uso dos CAD

Na sua reflexão, a futura professora centrou os seus comentários sobre a modelagem matemática nos *critérios epistêmico, cognitivo* e *ecológico*, mas também –em menor medida– no *critério de meios*.

Sobre o *critério epistêmico*, a valoração do componente 'Riqueza dos processos' incluiu as definições fornecidas pelo currículo educacional [34] para os processos 'resolução de problemas', 'modelagem' e 'contextualização e fomento de conexões', também considerados como competências para este documento curricular, destacando que a atividade 'Generalizamos' atua nestes três processos, aspecto que tangencia a *adequação ecológica* (componente 'Adaptação ao currículo'). Além disso, no componente 'Representatividade da complexidade do objeto matemático', a futura professora reiterou o papel desta atividade para o trabalho com diferentes registros de representação para as noções de função e relação que, embora não façam parte dos conteúdos deste curso, eles foram abordados implicitamente. Deste último, emerge uma ideia semelhante à levantada por [41], da utilidade das funções como ferramenta de modelagem.

Sobre o *critério cognitivo*, a futura professora comentou na valoração do componente 'Alta demanda cognitiva' que a atividade 'Generalizamos' potencializou outros processos da atividade matemática (generalização, mudanças de representação, raciocínio, conexões intra-matemáticas), ao mesmo tempo que se relacionou o processo de 'modelagem' com o de 'resolução de problemas'. Deste último, deriva-se a ideia, em linha com a proposta por [24], [25], de que tanto a modelagem quanto a resolução de problemas envolvem outros processos de atividade matemática que são mais elementares para o seu desenvolvimento. Sobre o *critério ecológico*, pode-se notar que os comentários das valorações dos componentes 'Conexões intra e interdisciplinares' e 'Utilidade sócio laboral' apontaram para a mesma ideia, que é a importância da modelagem –e da matemática em geral– como uma ferramenta para entender o mundo real.

Sobre os *critérios de interação* e *afetivo*, a futura professora não realizou comentários que pudessem ser relacionados com a modelagem. O contexto de implantação da unidade didática, após a pandemia COVID-19 e com uma série de medidas de saúde, evidenciou as dificuldades enfrentadas, não só pela futura professora contemplada neste estudo, mas também pelos autores das demais DFM do ano letivo 2020-2021 [31], em termos de trabalho colaborativo entre seus alunos, afetando o *critério de interação*, sugerido para trabalhos com modelagem [42]. Por este motivo, a futura professora fez comentários no capítulo *Proposta de reformulação* de seu DFM, sobre os componentes de ambos os *critérios* que ela deveria abordar para melhorar a adequação de sua unidade didática (Subseção 4.7).

5.2 Sobre os problemas de modelagem

Em sua unidade didática, a futura professora propôs a atividade 'Generalizamos', que considerou um problema de modelagem. No capítulo *Proposta de redesenho*, [13] realizou uma análise mais detalhada desta atividade, começando pela declaração de que o processo de modelagem foi conceituado a partir do construto de *matematização* (em suas formas *horizonta*l e *vertical*) que ela propõe [43]. O objetivo desta atividade é "observar, estudar e criar um modelo da situação proposta (a construção da beira de uma piscina) e representar a relação de diferentes formas (verbal, numérica/tabela, gráfica e com expressão algébrica" [13, p. 36]. O enunciado originalmente proposto é o seguinte:

> Fomos contratados para projetar e construir esta piscina. [Figura 2]. Antes da construção, temos que fazer o desenho, explorar as opções de dimensionamento e fazer cálculos para descobrir quanto material precisamos. Sabendo que a piscina será quadrada, queremos calcular quantos azulejos marrons vamos precisar no total, de acordo com a medida da borda (embora não saibamos essa medida, nos foi encomendado um desenho prévio). [13, p. 36].

De acordo com as características mencionadas na Subseção 2.1, pode-se dizer que o enunciado da atividade é *aberto, complexo, realista* e *autêntico*. Porém, a introdução do *applet* de *GeoGebra* [38] não permite caracterizar esta atividade como um problema que pode ser *solucionável através do ciclo de modelagem*. Uma possível causa desta situação é a de que a futura professora não tenha clareza sobre as características de um problema de modelagem, apesar de possuir os conhecimentos teóricos proporcionados em sua formação no mestrado, noção de *matematização* [43] para justificar a atividade proposta.

Da mesma forma, seus comentários ao longo da DFM possibilitaram mostrar que a futura professora assume implicitamente a perspectiva de 'modelagem como veículo' posta por [23] em que, por meio da resolução de um problema com um contexto que inclui elementos do mundo real, visa que os alunos construam e reforcem os conteúdos associados, neste caso, à álgebra. Esse posicionamento, ademais, está relacionado à estrutura do sistema educacional no qual esta proposta está inserida, onde o desenvolvimento da modelagem depende do aprendizado dos alunos sobre o conteúdo matemático. Deste último, emerge a ideia de que, mesmo quando um professor possui um conhecimento teórico-procedimental sobre modelagem matemática, ele pode encontrar-se com as restrições dos tempos curriculares para desenvolver, nos seus estudantes, essa competência de forma mais ampla.

A futura professora também propôs uma reformulação desta atividade, adaptando o enunciado da seguinte forma:

> Fomos encarregados de construir uma piscina quadrada com azulejos marrons nas bordas. A primeira coisa que temos que fazer é um desenho inicial, e como os azulejos são muito caros, queremos planejar quantos serão necessários. Mas ainda não sabemos quanto vai medir o lado da piscina, e para antecipar-nos, queremos estudar que relação existe entre: a) O número de azulejos marrons de cada lado da piscina; b) O número de azulejos marrons no total. [13, p. 51].

A primeira diferença com a dinâmica da atividade original é que a atividade será entregue por escrito aos alunos (Ficha dos alunos), e depois o trabalho será feito com o *applet GeoGebra* [38]. Esta ficha inclui perguntas como: "Se a piscina tiver 4 azulejos marrons na lateral, quantos azulejos marrons existem no total? Encontre uma estratégia para contá-los que não seja um de cada vez" [13, p. 51]; "Seria possível que a piscina tivesse 30 azulejos marrons no total? Explique seu raciocínio" [13, p. 51]; "Se a piscina tivesse 43 azulejos marrons na lateral, quantos azulejos marrons haveria ao todo? Compartilhe as soluções em que você pensou" [13, p. 51]. Além disso, os alunos são convidados a preencher uma tabela de valores, na qual relacionam o número de azulejos na lateral com o total da piscina. Embora essas mudanças tenham como objetivo melhorar o processo de comunicação e a *adequação de interação*, claramente, direcionam a atividade para determinadas respostas, que não contribuem para a melhoria do processo de modelagem.

Por fim, no capítulo sobre *Autoavaliação de competências* da DFM, uma competência profissional associada ao trabalho com modelagem é a de 'Contextualização e valor interdisciplinar', em que a futura professora comentou o seguinte:

> Minha própria forma de aprender matemática, assim como minha formação em engenharia, facilitaram a criação de uma unidade didática onde os alunos aprendem em um contexto de aplicação próxima, onde a matemática é um recurso necessário para a modelagem. [13, p. 28].

5.3 Reflexões finais

Voltando à questão de pesquisa deste estudo, sobre a quais são os CAD que uma futura professora privilegia ao refletir em sua DFM sobre a implementação da modelagem matemática para o ensino de álgebra, pode-se concluir que ela relacionou os *critérios epistêmico, cognitivo* e *ecológico* (e em menor grau, de meios), quando refletiu sobre o trabalho com este processo em sua unidade didática (conforme detalhado na Subseção 5.1. Além do exposto, a utilização dos CAD como ferramenta de reflexão sobre sua prática, permitiu à futura professora evidenciar as noções teórico-procedimentais sobre modelagem que fundamentam sua reflexão (conforme detalhado na Subseção 5.2).

Por fim, este estudo faz parte de uma pesquisa mais ampla em que, com base na metodologia descrita na Subseção 3.3, é analisada a reflexão didática das DFM elaboradas durante os anos letivos de 2019-2020 e 2020-2021. Com esses dados, os CAD privilegiados pelos futuros professores são comparados quando refletem sobre a implementação de um processo de ensino e aprendizagem que envolve a modelagem matemática, tanto em contexto de ensino virtual (2019-2020) quanto presencial (2020-2021). Desta forma, pretende-se gerar uma diretriz de CAD para o trabalho com modelagem nos processos instrucionais implementados em ambos contextos de ensino.

AGRADECIMENTOS

Este estudo fui realizado no âmbito do Projeto ANID/PFCHA no. 72200458 (Chile), e do Projeto de Pesquisa em Formação de Professores PGC2018-098603-B-I00 (MCIU/AEI/FEDER, UE).

REFERÊNCIAS

[1] G. Kaiser, "Mathematical modelling and applications in education", em *Encyclopedia of Mathematics Education*, 2da ed., S. Lerman, Ed. Cham, Suíça: Springer, 2020, pp. 553-561. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0_101

[2] G. Kaiser e S. Brand, "Modelling competencies: Past development and further perspectives", em *Mathematical Modelling in Education Research and Practice: Cultural, Social and Cognitive Influences*, G. Stillman, W. Blum e M. S. Biembengut, Eds. Cham, Suíça: Springer, 2015, pp. 129–149. https://doi.org/10.1007/978-3-19-18272-8_10

[3] OECD, PISA 2018: *Assessment and Analytical Framework*. Paris, França: OECD Publishing, 2019. https://doi.org/10.1787/b25efab8-en

[4] W. Blum, "Can modelling be taught and learnt? Some answers from empirical research", em *Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling: ICTMA 14*, G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo e G. Stillman, Eds. Dordrecht, Países Baixos: Springer, 2011, pp. 15–30. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0910-2_3

[5] H. M. Doerr e R. Lesh, "Models and modelling perspectives on teaching and learning mathematics in the twenty-first century", em *Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling: ICTMA 14*, G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo e G. Stillman, Eds. Dordrecht, Países Baixos: Springer, 2011, pp. 247–268. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0910-2_26

[6] W. Blum e R. Borromeo, "Mathematical modelling: Can be modelling be taught and learnt?", *Journal of Mathematical Modelling and Application*, vol. 1, no. 1, pp. 45–58, 2009.

[7] D. A. Schön, *The Reflective Partitiones: How Professionals Think in Action*. Nova York, NY: Basic Books, 1983.

[8] D. A. Schön, *Educating the Reflective Partitiones: Towards a New Design for Teaching and Learning in the Professions*. São Francisco, CA: Jossey-Bass Publishers, 1987.

[9] A. H. Schoenfeld e J. Killpatrick, "Towards a theory of proficiency in teaching mathematics", em *The International Handbook of Mathematics Teacher Education* Vol. 2: Tools and Processes in Mathematics Teacher Education, D. Tirosh e T. Woods, Eds. Rotterdam, Países Baixos: Sense Publishers, 2008, pp. 321–354.

[10] A. Breda, "Características del análisis didáctico realizado por profesores para justificar la mejora de la enseñanza de las matemáticas", *BOLEMA: Boletim de Educação Matemática*, vol. 34, no. 66, pp. 69–88, 2020. https://doi.org/10.1590/1980-4415v34n66a04

[11] A. Breda, V. Font, V. M. R. Lima e M. Villela, "Componentes e indicadores de los criterios de idoneidade didáctica desde la perspectiva del enfoque ontosemiótico", *Transformación*, vol. 14, no. 2, pp. 162–176, 2018.

[12] A. Breda e V. M. R. Lima, "Estudio de caso sobre el análisis didáctico realizado en un trabajo final de un máster para profesores de matemáticas en servicio", *REDIMAT: Journal of Research in Mathematics Education*, vol. 5, no. 1, pp. 74–103, 2016. https://doi.org/10.17583/redimat.2016.1955

[13] J. Basallote, "Variables y Expresiones Algebraicas en Primero de ESO: Propuesta de Mejora", dissertação final de mestrado, Universitat de Barcelona, Barcelona, Espanha, 2021.

[14] R. Borromeo, "Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process", *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, vol. 38, no. 2, pp. 86–95, 2006. https://doi.org/10.1007/bf02655883

[15] A. Abassian, F. Safi, S. Bush e J. Bostic, "Five different perspectives on mathematical modeling in mathematics education", *Investigations in Mathematics Learning*, vol. 12, no. 1, pp. 56–65, 2020. https://doi.org/10.1080/19477503.2019.1595360

[16] W. Blum, "Mathematical modelling in mathematics education and instruction", em *Teaching and Learning Mathematics in Context*, T. Breiteig, I. Huntley e G. Kaiser-Messmer, Eds. Chichester, Inglaterra: Ellis Horwood, 1994, pp. 3–14.

[17] W. Blum, "ICMI Study 14: Applications and modelling in mathematics education - Discussion document", *Educational Studies in Mathematics*, vol. 51, no. 1-2, pp. 149–171, 2002. https://doi.org/10.1023/a:1022435827400

[18] K. Maaß, "Classification scheme for modelling tasks", *Journal für Mathematik-Didaktik*, vol. 31, no. 2, pp. 285-311, 2010. https://doi.org/10.1007/s13138-010-0010-2

[19] R. Borromeo, *Learning How to Teach Mathematical Modeling in School and Teacher Education*. Cham, Suíça: Springer, 2018. https://doi.org/10.1007/978-3-319-68072-9

[20] T. Palm, "Feature and impact of the authenticity of applied mathematical school tasks", em *Modelling and Applications in Mathematics Education: The 14th ICMI Study*, W. Blum, P. L. Galbraith, H.-W. Henn e M. Niss, Eds. Boston, MA: Springer. 2007, pp. 201–208. https://doi.org/10.1007/978-0-387-29822-1_20

[21] A. H. Schoenfeld, Ed. *Mathematical Thinking and Problem Solving*. Hillsdale, MI: Erlbaum, 1994.

[22] R. Lesh e H. M. Doerr, "Foundations of a models and modeling perspective on mathematics teaching, learning and problem solving", em *Beyond Constructivism: Models and Modeling Perspectives on Mathematics Problem Solving, Learning, and Teaching*, R. Lesh e H. M. Doerr, Eds. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, 2003, pp. 3–33.

[23] C. Julie e V. Mudaly, "Mathematical modelling of social issues in school mathematics in South Africa", em *Modelling and Applications in Mathematics Education: The 14th ICMI Study*, W. Blum, P. L. Galbraith, H.-W. Henn e M. Niss, Eds. Boston, MA: Springer, 2007, pp. 503–510. https://doi.org/10.1007/978-0-387-29822-1_58

[24] J. D. Godino, C. Batanero e V. Font, "The onto-semiotic approach to research in mathematics education", *ZDM - Mathematics Education*, vol. 39, no. 1, pp. 127–135, 2007. https://doi.org/10.1007/s11858-006-0004-1

[25] J. D. Godino, C. Batanero e V. Font, "The onto-semiotic approach: Implications for the prescriptive character of didactics", *For the Learning of Mathematics*, vol. 39, no. 1, pp. 38-43, 2019.

[26] C. Ledezma, G. Sala, A. Breda e A. Sánchez, "Analysis of a preservice teacher's reflection on the role of mathematical modelling in his master's thesis", em *Proceedings of the 44th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, Vol. 3, M. Inprasitha, N. Changsri e N. Boonsena, Eds. Khon Kaen, Tailândia: PME, 2021, pp. 195–204.

[27] L. Cohen, L. Manion e K. Morrison, *Research Methods in Education*, 8va ed. Nova York, NY: Routledge, 2018.

[28] M. Schreier, *Qualitative Content Analysis in Practice*. Thousand Oaks, CA: SAGE, 2012.

[29] R. E. Stake, "Qualitative case studies", em *The SAGE Handbook of Qualitative Research*, 3ra ed., N. K. Denzin e Y. S. Lincoln, Eds. Thousand Oaks, CA: Sage, 2005, pp. 443–466.

[30] W. Blum e D. Leiss, "How do students and teachers deal with modelling problems?", em *Mathematical Modelling (ICTMA 12): Education, Engineering and Economics*, C. Haines, P. Galbraith, W. Blum e S. Khan, Eds. Chichester, Inglaterra: Horwood, 2007, pp. 222–231. https://doi.org/10.1533/9780857099419.5.221

[31] A. Breda, D. Farsani e R. Miarka, "Political, technical and pedagogical effects of the COVID-19 pandemic in mathematics education: An overview of Brazil, Chile and Spain", *INTERMATHS*, vol. 1, no. 1, pp. 3–19, 2020. https://doi.org/10.22481/intermaths.v1i1.7400

[32] C. Ledezma, V. Font e G. Sala, "Análisis de la reflexión realizada por un futuro profesor sobre el papel de la modelización matemática en la mejora de un proceso de instrucción para enseñar trigonometría", *PARADIGMA*, vol. 42, no. Extra 2, pp. 290–312, 2021. https://doi.org/10.37618/PARADIGMA.1011-2251.2021.p290-312.id1043

[33] V. Font, J. Giménez, J. F. Zorrilla, V. Larios, N. Dehesa, A. Aubanell e A. Benseny, "Competencias del profesor y competencias del profesor de matemáticas. Una propuesta", em *Competencias del Profesor de Matemáticas de Secundaria y Bachillerato*, V. Font, J. Giménez, V. Larios e J. F. Zorrilla, Eds. Barcelona, Espanha: Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona, 2012, pp. 59–68.

[34] Departament d'Educació, *Currículum Educació Secundària Obligatòria*. Barcelona, Espanha: Generalitat de Catalunya, 2019.

[35] A. Sánchez, V. Font e A. Breda, "Significance of creativity and its development in mathematics classes for preservice teachers who are not trained to develop students' creativity", *Mathematics Education Research Journal*, artigo individual, 2021. https://doi.org/10.1007/s13394-021-00367-w

[36] D. Hidalgo-Moncada, Y. Vanegas e J. Díez-Palomar, "Prácticas de autorregulación del aprendizaje de las matemáticas promovidas por futuros profesores", em *Investigación en Educación Matemática XXIV*, P. D. Diago, D. F. Yáñez, M. T. González-Astudillo e D. Carrillo, Eds. Valencia, Espanha: SEIEM, 2021, pp. 339–346.

[37] A. Sánchez, V. Font e A. Breda, "Secondary school preservice teachers' references to the promotion of creativity in their master's degree final projects", em *Proceedings of the Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education*, U. T. Jankvist, M. Van den Hauver-Panhuizen e M. Veldhuis, Eds. Utrecht, Países Baixos: Freudenthal Group & Freudenthal Institute, Utrecht University, ERME, 2019, pp. 4004–4011.

[38] J. Basallote, "Generalitzem per construir una piscina!", *GeoGebra*, 2021. [Em linha]. Disponivel em: <https://www.geogebra.org/m/ukydpfhb>. [Acessado: 01-out-2021]

[39] A. Arcavi, P. Drijvers e K. Stacey, *The Learning and Teaching of Algebra: Ideas, Insights, and Activities*. Nova York, NY: Routledge, 2017.

[40] C. Kieran, "The learning and teaching of school algebra", em *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, D. A. Grouws, Ed. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics, 1992, pp. 390–419.

[41] C. Michelsen, "Functions: A modelling tool in mathematics and science", *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, vol. 38, no. 3, pp. 269–280, 2006. https://doi.org/10.1007/bf02652810

[42] H. M. Doerr e L. D. English, "A modeling perspective on students' mathematical reasoning about data", *Journal for Research in Mathematics Education*, vol. 34, no. 2, pp. 110–136, 2003. https://doi.org/10.2307/30034902

[43] H. Freudenthal, *Revisiting Mathematics Education: China Lectures*. Dordrecht, Países Baixos: Kluwer Academic Publisher, 2002. https://doi.org/10.1007/0-306-47202-3

BREVE BIOGRAFIA

Carlos Ledezma https://orcid.org/0000-0001-9274-7619

Mestre em Didática da Matemática pelo Instituto de Matemática da *Pontificia Universidad Católica de Valparaíso* (IMA-PUCV). Atualmente cursa o doutorado na linha de pesquisa de Didática das Ciências Experimentais e da Matemática na *Universitat de Barcelona* (UB). Seu tema de pesquisa é a modelagem matemática na formação de professores.

Adriana Breda https://orcid.org/0000-0002-7764-0511

Estágio pós-doutoral pela *Freie Universität Bozen*. Pós-doutora pela *Universitat de Barcelona* (UB). Mestra e Doutora em Educação em Ciências e Matemática pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS). Atualmente é professora e pesquisadora na *Universitat de Barcelona* (UB). Seu tema de pesquisa é o desenvolvimento da reflexão na formação de professores de matemática.

Alicia Sánchez https://orcid.org/0000-0001-6569-6828

Doutora em Formação de Professores pela *Universitat de Barcelona* (UB), com estágio doutoral na *National and Kapodistrian University of Athens* (UA). Professora e pesquisadora na *Universitat de Barcelona* (UB). Seu tema de pesquisa é o desenvolvimento da criatividade na formação de professores de matemática.