

---

**DOSSIÊ PPGEM 40 ANOS**

---

**Proposição de Problemas na Formação de Professores de  
Matemática: um estudo na prática de ensino****Problem-Posing in Mathematics Teacher Formation: a study in teaching  
practice**Flavia Sueli Fabiani **Marcatto**\* ORCID iD 0000-0002-9998-5705**Resumo**

Esta investigação faz parte de um projeto de pesquisa mais amplo sobre a Implementação de Resultados de Pesquisas em Resolução e Proposição de Problemas e apresenta um ciclo de experimento de *design* de implementação de Tarefas de Proposição de Problemas realizado com futuros professores de matemática na prática como componente curricular. A pesquisa tem cunho qualitativo e interpretativo, com base empírica apoiada na pesquisa de implementação baseada em *design*. Os objetivos deste estudo são: implementar Tarefas de Proposição de Problemas na formação inicial de professores de matemática, apoiar os futuros professores na construção de crenças relevantes no que diz respeito à proposição de problemas e contribuir para a constituição de uma base de conhecimento sobre proposição de problemas na formação inicial de professores de matemática. A crença que prevalecia, entre os futuros professores, era a de que o papel do professor é elaborar ou adaptar problemas enquanto o dos alunos é resolvê-los. Os resultados revelam que os licenciandos não tinham experiência anterior com a proposição de problemas. Havia um conflito em relação ao que significa resolução e proposição de problemas e crenças limitantes sobre a proposição de problemas. Proporcionar experiências de proposição de problemas para professores em formação é uma estratégia poderosa, no sentido da revisão de suas crenças, e uma possibilidade de dar, aos futuros professores de matemática, oportunidades de aprendizagem profissional.

**Palavras-chave:** Implementação de resultados de pesquisa. Pesquisa baseada em *design*. Elaboração de Problemas. Prática como componente curricular. Crenças dos professores.

**Abstract**

This investigation is part of a larger research project on the Implementation of Research Results in Problem Solving and Problem Posing and presents a design experiment cycle of implementation of Problem Posing Tasks carried out with future mathematics teachers in practice as a curricular component. The research is qualitative and interpretative, with an empirical basis supported by design-based implementation research. The objectives of this study are to implement Problem Posing Tasks in the initial formation of mathematics teachers, to support future teachers in building relevant beliefs about problem posing, and to contribute to the constitution of a knowledge base about problem posing in the initial formation of mathematics teachers. The prevailing belief among the future teachers was that the teacher's role is to design or adapt problems, while the students' role is to solve them. The results suggest that the undergraduates had no previous experience of posing problems. There was a conflict over what problem solving and problem posing meant and limiting beliefs about Problem Posing. Providing problem-posing experiences for pre-service teachers is a powerful strategy for revising their beliefs and a possibility for

---

\* Doutora em Educação Matemática, pelo PPGEM – UNESP - Rio Claro, Professora associada da Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI, Minas Gerais, Brasil. E-mail: [flaviamarcatto@unifei.edu.br](mailto:flaviamarcatto@unifei.edu.br).

providing future math teachers with professional learning opportunities.

**Keywords:** Implementing research results. Design-based research. Problem-posing. Practice as a curricular component. Teachers' beliefs.

## 1 Introdução

A pesquisa sobre Proposição de Problemas (PP) em Educação Matemática (EM) tem avançado nas últimas décadas (Cai; Hwang, 2020; Kontorovich *et al.*, 2012), porém ainda com pouco impacto em salas de aula de matemática em todos os níveis, inclusive na formação inicial e continuada de professores.

Para Cai e Hwang (2020), o ensino de Matemática em sala de aula, que está sob o controle dos professores, tem foco em um conjunto estreito e pouco ambicioso de objetivos de aprendizagem e continua a ser, na maioria dos casos, um ensino tradicional e expositivo, que oferece poucas oportunidades de aprendizagem. Os mesmos autores defendem que, à medida que os professores e futuros professores aprendem mais sobre a PP em Matemática e sobre como planejar aulas de PP, eles podem fazer mudanças na sua prática, ou seja, desenvolver crenças relevantes sobre a natureza do ensino e sobre a PP.

Este estudo faz parte de um projeto de pesquisa mais amplo, no qual interessa implementar a PP, que tem, como referência, resultados de pesquisas sobre a PP em EM, adaptados ao contexto de um programa de formação inicial de professores, em que o estudo foi conduzido, através de ciclos de design, na Prática como Componente Curricular (PCC), em uma universidade pública. No programa em questão, a carga horária de PCC se organiza conforme o Modelo A (Marcatto, 2012). Neste modelo, encontram-se os cursos de formação inicial de professores de matemática que criaram, em sua matriz curricular, disciplinas com carga horária contabilizada integralmente como PCC, o que pode trazer, para estas disciplinas, características específicas de problematização da prática. As disciplinas que compõem a carga horária de PCC, neste estudo, são chamadas de Prática de Ensino.

Neste artigo, apresento a discussão de um ciclo de design, realizada ao longo de um semestre sobre a implementação da PP, em uma disciplina de PCC. O termo *implementação de Pesquisa em EM* adotado neste estudo é o de Jankvist *et al.* (2021), entendido como uma perturbação ecológica de um determinado sistema educativo através do apoio gradual à inovação em conjunto com um plano de ação destinado a resolver o que é percebido como um problema por pelos menos uma das partes. Da mesma forma, Century e Cassata (2016) consideram a implementação como uma investigação sistemática das inovações implementadas

na prática comum. Dois tipos de conhecimento estão associados ao processo de implementação: o conhecimento prático sobre como utilizar a inovação e a compreensão dos princípios e objetivos essenciais à inovação. Neste estudo, os dois são considerados relevantes.

Os problemas percebidos foram a pouca, ou nenhuma experiência, com a elaboração de problemas e a existência de crenças e disposições limitadoras no que se refere a PP. Para Yang Kaiser e Konig (2020), os professores em formação inicial tendem a estar menos familiarizados com a PP do que com a Resolução de Problemas (RP), portanto podem desenvolver crenças de que a PP contribui menos para a aprendizagem matemática escolar. Dessa forma, é importante proporcionar experiências aos professores, durante o processo de formação inicial, que abram caminhos e oportunidades para crenças relevantes para a PP. Em especial: de quem é o papel de elaborar os problemas? Alunos ou professores? Este estudo visa envolver futuros professores com a PP como uma forma de superar desafios do ensino e da aprendizagem em matemática.

De acordo com Cai (2022) existem três perspectivas de implementação da PP em ambiente instrucional. A primeira é como uma meta de aprendizagem, ou seja, através do engajamento de alunos, professores ou futuros professores, eles podem desenvolver suas habilidades como geradores ou reformuladores de problemas matemáticos. A segunda é a investigativa, onde os alunos exploram as tarefas de PP, para elaborar problemas. A pesquisa, nesta perspectiva, avalia o pensamento matemático e a criatividade. A terceira é usar a PP para o ensino de matemática, ou seja, os alunos aprendem matemática através do seu envolvimento com a PP.

Os objetivos dessa investigação são: (a) implementar tarefas de PP, como uma meta de aprendizagem, em um curso de formação inicial de professores de matemática, com a intenção de desenvolver a compreensão e confiança dos futuros professores; (b) apoiar os futuros professores de matemática na construção de crenças relevantes no que diz respeito à PP; (c) contribuir para a constituição de uma base de conhecimento sobre PP na formação inicial de professores de matemática.

A mudança gradual das crenças dos futuros professores em relação à PP e à instrução centrada no aluno e baseada na investigação, que é uma abordagem de ensino, na qual os estudantes devem se envolver ativamente (Yang; Kaiser; Konig, 2020), faz parte de um conjunto de práticas necessárias, que devem ser implementadas na formação inicial de professores de matemática.

De acordo com Cai e Hwang (2020), nas escolas de Educação Básica, a RP ocupou um lugar muito mais proeminente que a PP, mesmo quando ela foi reconhecida nos documentos curriculares. No entanto, pesquisadores em EM têm voltado sua atenção para a PP ao explorar

questões chave sobre a sua implementação na matemática escolar. Uma questão importante são as crenças que envolvem a PP. Uma delas é a de que é papel do professor propor os problemas, no sentido de elaborá-los, ou adaptá-los do material didático, para que os alunos resolvam, ou seja, professores sempre propõem e alunos sempre resolvem.

Portanto, a definição de crenças adotada e que sustenta os objetivos deste estudo é a de Yang, Kaiser e König (2020). Para esses autores, as crenças dos professores sobre o ensino e a aprendizagem de Matemática referem-se aos entendimentos sobre formas de ensinar Matemática e sobre como ela é aprendida, por exemplo, suas concepções de atividades de ensino em sala de aula, quais comportamentos e atividades estão envolvidos no aprendizado de Matemática, e o que constitui atividades de aprendizagem de Matemática apropriados.

## 2 Porque a Proposição de Problemas na Formação de Professores

O ensino de matemática em sala de aula é geralmente complexo para Cai (2022), com características importantes que podem ser investigadas, sendo necessário identificar aquelas características que são mais relevantes para a PP e que podem influenciar a introdução de atividades de PP.

Nas escolas, a RP ocupa um lugar de destaque em relação à PP (Cai *et al.*, 2015). Mesmo que a atividade de PP tenha sido reconhecida em documentos curriculares oficiais (Brasil, 2018) e documentos orientadores para promover inovação pedagógica em EM (*Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*; *Professional Standards for Teaching Mathematics* (NCTM, 1989; 1991), não houve interesse pelo uso da PP como uma tarefa instrucional para aprender matemática na Educação Básica (Cai; Hwahg, 2020).

De acordo com Baumanns (2023), com base nas definições e concepções de PP na Educação Matemática, quatro diferentes atividades são identificadas: (1) a PP como geradora de novos problemas; (2) a PP como a reformulação de um determinado problema para a RP; (3) a PP como a reformulação de um determinado problema durante a exploração do problema; e (4) a PP como uma elaboração de tarefas para outros. Considerando essas atividades, os futuros professores envolvidos neste estudo, inclusive enquanto alunos da Educação Básica, declararam ter pouca ou nenhuma experiência com atividades de elaboração de problemas. Declararam, ainda, que não tinham a concepção de alunos elaborando problemas.

Silver (1994) sintetizou o conceito de PP como a reformulação de determinados problemas ou a geração de novos problemas que podem ocorrer antes, durante ou após a RP. Enquanto Klinshtern *et al* (2015) definiram a PP, relacionada com a prática docente em sala de

aula, como uma realização, que consiste em construir um problema que satisfaça três condições: (a) que seja, de alguma forma, diferente dos problemas que aparecem nos recursos disponíveis ao professor; (b) que não tenha sido abordado pelos alunos; e (c) que possa ser usado para satisfazer necessidades de ensino. Isto é particularmente relevante para professores em formação que, muitas vezes, precisam alterar determinadas tarefas ou conceber problemas únicos adaptados às suas salas de aula. Já Cai e Hwang (2020) integram as perspectivas de alunos e professores em sua definição, ao definir que a PP se refere a vários tipos de atividades relacionadas que envolvem ou apoiam professores e alunos na geração (ou reformulação) e expressão de um problema ou tarefa com base em uma situação problema.

Com base na definição de Cai *et al* (2022), uma Tarefa de Proposição de Problemas (TPP) consiste em dois componentes: (1) uma situação de PP e (2) um *prompt* de PP. Uma situação de PP envolve a atividade em si, com informações e dados necessários para a elaboração do problema. De acordo com Baumanns e Rott (2024), os *prompts* referem-se às orientações instrucionais fornecidas aos futuros professores para iniciar a atividade de PP, e que podem orientar diferentes direções de PP. Dessa forma, os *prompts* se relacionam: ao número de problemas a serem elaborados; ao nível de dificuldade dos problemas; à diversidade necessária de problemas; ao público-alvo para o qual os problemas serão propostos.

A RP e a PP, muitas vezes, são entendidas como dois caminhos distintos ou paralelos da atividade matemática. A maioria dos educadores matemáticos argumentam que os dois estão intrinsecamente interligados (Crespo, 2015). A compreensão dos estudiosos sobre a natureza da RP, nas últimas décadas, deu origem à ideia de que a PP é um processo que está incorporado e é difícil de separar da RP (Osana; Pelczer, 2015). O processo de RP naturalmente dá origem a novos problemas. No processo de resolução, são necessárias reformulações dos problemas. Da mesma forma, a PP também implica em um trabalho de RP, pois os problemas não são elaborados sem explorações matemáticas significativas.

A PP ainda não ganhou o mesmo status da RP nos currículos escolares de matemática e na formação inicial de professores. Para Crespo (2015), a RP permite que os alunos se tornem usuários experientes da matemática e tenham acesso ao conteúdo ensinado de forma clássica e métodos comprovados que são amplamente conhecidos e praticados na disciplina de matemática. Entretanto, a pedagogia da RP posiciona o livro didático e o professor como as únicas autoridades sobre o que é considerado um problema matemático. Ela sugere uma estratificação intelectual e uma divisão de trabalho entre aqueles que apresentam problemas e aqueles que os resolvem.

Em contraste, a pedagogia da PP está associada a uma pedagogia de emancipação e

transformação (Freire, 1987; Gutstein; Peterson, 2005). Desde 1970, quando Paulo Freire introduziu o termo educação problematizadora em seu livro *Pedagogia do Oprimido*, como uma metáfora para enfatizar o pensamento crítico, a metodologia de problematização se estendeu a vários domínios do conhecimento.

Com professores de matemática brasileiros, em sua investigação sobre o processo de problematização, Domite (2001) observou dificuldades enfrentadas por eles: predominância da visão internalista da matemática, ou seja, os professores trabalham apenas com questões de dentro da matemática; falta de experiência em discutir e trocar ideias entre os professores; tempo definido para os ambientes escolares, que nem sempre permite o processo extenso e demorado da PP; resistência à abordagens inovadoras por parte de pais e alunos. Porém, nesse mesmo estudo, os professores identificaram vantagens da PP para seus alunos: levar à introdução de um tópico matemático, de modo a proporcionar motivação para aprender mais; ser usada para praticar habilidades e técnicas; ser usada para sintetizar o que os alunos aprenderam e comunicar ideias matemáticas; desenvolver, nos alunos, um senso maior do que é matemática, como ela foi criada e porque eles devem estudá-la.

Além de considerar importante que os professores tenham experiências matemáticas semelhantes às aquelas que pretendem proporcionar a seus alunos, considera-se importante, também, tornar a prática de elaborar problemas um objeto de discussão na formação de professores, devido ao papel central que os problemas de matemática desempenham nas salas de aula (Schoenfeld, 1994; Silver; Cai, 1996; Crespo, 2003; Crespo; Sinclair, 2008). Os problemas oferecem, aos alunos, oportunidades de fazer e aprender matemática. A forma como os professores selecionam os problemas para as suas aulas pode proporcionar ou não oportunidades de aprendizagem para seus alunos.

Segundo Cai (2022), há esforços para incorporar a PP como abordagem instrucional em diferentes níveis, inclusive na formação de professores de matemática. Esses esforços indicam o interesse de muitos profissionais em fazer com que o *problema* seja uma característica proeminente na sala de aula. Para Schoenfeld (1989, p. 87) “um problema matemático é uma tarefa na qual o aluno está interessando e engajado” em encontrar uma solução, para a qual ele não tem uma estratégia pronta para realizar. A realidade da maioria das salas de aula, entretanto, é que os problemas de matemática vêm dos livros didáticos, enquanto o trabalho do professor é atribuí-los aos alunos, para que eles os resolvam (Schoenfeld, 1989). Essas práticas de sala de aula de matemática são duradouras e difíceis de mudar.

As habilidades de RP são necessárias, mas não suficientes na PP. A PP, como uma atividade de aprendizagem complexa, ainda não é suficientemente compreendida e,

consequentemente, há a necessidade de uma base teórica coerente sobre aspectos particulares da PP. Os efeitos da aprendizagem das tarefas PP (por exemplo, o desenvolvimento da criatividade) são, geralmente, relevantes, mesmo quando os problemas produzidos por alunos e professores não são adequados (Cai; Hwang, 2020; Kontorovich *et al.*, 2012; Silver *et al.*, 1996). Cai *et al.* (2015) destacam que os investigadores em EM têm notado a importância das oportunidades de exploração de situações matemáticas para o desenvolvimento da capacidade dos alunos em criar problemas. Cai e Cifarelli (2005) consideram os processos de PP e RP como sendo de exploração matemática. Em contraste com a onipresença da RP na matemática escolar, a PP, “processo de formular e expressar um problema dentro do domínio da matemática”, tem tido bem menos destaque na matemática da Educação Básica (Cai; Hwang, 2020, p. 6, tradução nossa). De acordo com Cai e Hwang (2020), há uma necessidade premente de investigar como os professores aprendem a usar a PP para ensinar matemática na sala de aula.

No ensino por meio da RP, a aprendizagem ocorre durante o processo de RP (Schoenfeld, 1985, 1994; Marcatto; Onuchic, 2020). Esse ambiente de aprendizagem é um cenário natural para os alunos trabalharem, individualmente ou em grupo, com suas resoluções e, depois, apresentarem-nas para toda a turma. Ao se envolverem nesse processo, eles têm oportunidades de aprender matemática por meio de interações sociais, negociação de significado e construção de um entendimento compartilhado. Tais atividades os ajudam a esclarecer suas ideias e adquirir diferentes perspectivas do conceito ou ideia que estão aprendendo. Ao contrário da RP, o foco da PP está na criação de problemas com base em situações (Silver, 1994; Cai; Hwang, 2020) e os problemas são os objetos de estudo. Portanto, no ensino através da PP, a aprendizagem ocorre durante a (re)formulação e discussão de problemas propostos.

Assume-se, nessa investigação, o processo de elaborar problemas e expressá-los dentro do domínio da matemática como PP. A problematização em EM se refere a vários tipos de atividades relacionadas que envolvam ou apoiem professores e alunos a formular (ou reformular) e expressar um problema com base em um contexto específico (contexto da situação problema). Koichu e Kontorovich (2013) descobriram, em seus estudos, que combinar a exploração e a RP com a PP ajudou futuros professores a apresentar problemas mais interessantes.

O mais importante, com casos de ensino implementados, com mais sucesso, usando a proposição de problema como um recurso é que os professores podem aprender com esses casos, como ensinar usando a elaboração de problemas, apesar da escassez de tarefas de proposição de problemas nos livros didáticos atuais e outros materiais curriculares (Liljedahl; Cai, 2021, p. 730, tradução nossa).



Na formação inicial de professores de matemática, a distinção entre a PP pelos alunos e a PP pelos professores, em especial, é, muitas vezes, confusa. Cai e Hwang (2020) definiram duas atividades intelectuais específicas para os alunos e cinco para os professores proporem problemas. Os alunos: (1) elaboram problemas a partir de situações-problema que podem incluir expressões matemáticas ou diagramas; (2) elaboram problemas alterando (ou reformulando) problemas. Os professores: elaboram os problemas da mesma forma que os alunos em (1) e (2); (3) preveem os tipos de problemas que os alunos podem elaborar; (4) elaboram situações matemáticas de proposição de problemas para os alunos proporem seus próprios problemas; (5) elaboram problemas para os alunos resolverem.

Com base nessas definições, foi solicitado que os futuros professores propusessem problemas que eles esperam que seus alunos (da Educação Básica) lhes apresentem em uma determinada situação. Essa experiência será detalhada na seção de descrição e análise dos dados.

### 3 O surgimento da prática e as crenças dos professores

As práticas de ensino, para Marcatto (2023), são atividades profissionais de ensino, que professores utilizam para gerenciar os trabalhos em sala de aula e podem ser caracterizadas pelas categorias que eles (implícita ou explicitamente) ativam para perceber, interpretar e tomar decisões, de acordo com suas orientações subjacentes, seus objetivos de contexto e as ferramentas pedagógicas utilizadas durante o ensino. As orientações subjacentes dos professores estão relacionadas às suas crenças sobre o ensino e a aprendizagem da Matemática.

De acordo com Larsen e Liljedahl (2022), o ensino de adultos em ambientes profissionais pode ser muito parecido em todo o mundo. Na maioria dos casos, segue um modelo de demonstração e reprodução, o que, geralmente, é chamado de abordagem de ensino do tipo *eu faço, nós fazemos e você faz*. Para entender por que isso acontece, é necessário um breve olhar para as origens da educação pública e considerar de onde surgiram essas práticas normativas.

Quando a primeira revolução industrial terminou, ainda de acordo Larsen e Liljedahl (2022), os países de todo o mundo perceberam que, se quisessem continuar a desenvolver suas economias, precisariam educar seus cidadãos. Dessa percepção, nasceu o conceito de educação pública e, com ela, a instituição escolar, que foi construída para criar conformidade e cumprimento. A educação pública foi construída com base em três instituições que, na época, eram consideradas bem-sucedidas: (1) a igreja, que já tinha a incumbência de educar as massas



e da qual foram extraídos os primeiros projetos de salas de aula; (2) a fábrica, com a qual aprendemos os princípios da produção em massa; e (3) a prisão, onde aprendemos como gerenciar e movimentar muitas pessoas.

Esse modelo capitaliza a eficiência da fábrica, a manutenção do controle nas prisões e a aparência de uma igreja com os professores à frente e todos os alunos olhando para ele. Embora tenha havido uma evolução do que é ensinado nos últimos 150 anos, as normas institucionais que foram estabelecidas nos primórdios da educação pública ainda ditam muito do que é hoje o ensino nos contextos da Educação Básica e Superior. Os alunos estão sentados, escrevendo em seus cadernos, e os professores estão de pé, escrevendo nos quadros. A aula começa com alguma forma de demonstração do professor (eu faço), seguida pela replicação dos alunos, individualmente ou em grupos (você faz), que por sua vez foi seguida por alguma forma de consolidação (nós fazemos). Nesta aula típica, existe pouca oportunidade de envolvimento e de exploração pelos alunos. Em vez disso, os alunos confiam em uma série de comportamentos que incluíam negligência, protelação e imitação para deslizar pela aula sem se envolver com ela (Larsen; Liljedahl, 2022).

Para Pehkonen (1994), as crenças matemáticas de um(a) professor(a) atuam como um filtro que lida com quase todos os seus pensamentos e ações em relação à matemática e que desempenham um papel ainda maior do que o normal quando o tema é a resolução de problemas e, por consequência, a proposição de problemas. De acordo com Schreck, Gross e Rott (2024), os estudantes em formação inicial, que pretendem se tornar professores de matemática para atuar na escola básica, podem reavaliar as suas crenças sobre a Matemática escolar ao longo do tempo, à medida que adquirem novos conhecimentos e experiências.

Ernest (1989) identificou três crenças sobre a natureza da matemática: (a) na instrumentalista, a matemática é vista como um acúmulo de fatos, regras e habilidades; (b) na platônica, a matemática é vista como um corpo de conhecimento estático, mas unificado; e (c) na resolução de problemas (RP), a matemática é vista como um campo dinâmico e em contínua expansão de criação e invenção humana. A visão instrumentalista da matemática está associada a um modelo de ensino de transmissão e de seguir, de forma rigorosa, um texto ou um esquema. A matemática como um corpo de conhecimento unificado platônico corresponde a uma visão em que o professor atua como explicador e a aprendizagem como recepção do conhecimento. A matemática como RP corresponde a uma visão em que o professor atua como facilitador e a aprendizagem como uma proposição e resolução autônoma de problemas, talvez, com uma construção ativa da compreensão.

Na prática, os professores podem combinar elementos de mais de uma das visões. Para

Davis, Towers e Chapman (2020), existe uma suposição comum de que a matemática compreende objetos estáticos e pré-existentes, o que fundamenta a afirmação de que os alunos devem receber o conhecimento e não serem *obrigados* a encontrá-lo. Dessa forma, o pressuposto tradicionalista é que a matemática é um objeto a ser adquirido e, por isso, os professores devem simplesmente *fornecê-la*, em vez de orientar os alunos a explorarem-na. Este argumento está muito bem adaptado à sociedade e à cultura contemporânea, o que torna a RP e a PP de difícil implementação em salas de aulas reais.

A formação inicial de professores para o ensino centrado no aluno requer uma atenção especial às suas crenças. Os futuros professores, ao ingressarem no curso de licenciatura, em sua maioria, se apoiam na visão instrumentalista e platônica no que diz respeito às suas crenças sobre a natureza da Matemática. Esses dados vêm sendo coletados através de questionários respondidos por ingressantes matriculados nas disciplinas que envolvem a PCC, do curso de Licenciatura em Matemática, em uma Universidade Federal, desde 2014. As disciplinas que compõem a carga horária de PCC do currículo de formação de professores de matemática, nesse programa, assumem características que veem a natureza da Matemática na visão da resolução de problemas, identificada por Ernest (1989).

Schreck, Gross e Rott (2024) argumentam que, nas aulas de matemática, na escola básica, novos conceitos são introduzidos de forma empírica, por exemplo, por meio de tarefas, e o raciocínio é relacionado ao contexto e, mais intuitivo do que rigoroso e abstrato. Por outro lado, a matemática acadêmica, no Ensino Superior, geralmente opera em um nível abstrato, com uso de linguagem matemática simbólica, com foco no estabelecimento rigoroso da teoria em termos de definições, teoremas e provas. A matemática escolar coloca ênfase nos benefícios práticos da matemática, na vida cotidiana e, principalmente, apresenta-se como uma ferramenta para abordar e analisar a realidade. Essa diferenciação é feita devido às diferenças de conteúdo, abordagens de ensino e aprendizagens, bem como métodos de pensamento e investigação entre disciplinas ensinadas na escola e na universidade.

Portanto, existe uma tendência em reconhecer a carga horária de PCC, no modelo A, como um momento de problematizar questões da Educação Básica e articulá-las com o conhecimento da matemática acadêmica durante o processo de formação de professores. Estudos que envolvam essas horas, na formação de professores de matemática, que aproximam pesquisadores em EM, futuros professores e professores de matemática, com suas salas de aula reais, em estreita colaboração, aumentam a probabilidade de que os resultados alcancem as salas de aula e sejam diretamente aplicáveis na prática em vez de potencialmente relevantes. (Stylianides; Stylianides, 2017).

## 4 Metodologia

Este estudo se apoia na Pesquisa de Implementação Baseada em Design - PIBD (Penuel *et al.*, 2011; Cobb *et al.*, 2003). A PIBD preocupa-se com o desenvolvimento da teoria relacionada com a aprendizagem em sala de aula, com a implementação por meio da investigação sistemática e tem foco em problemas persistentes da prática, a partir da perspectiva das várias partes interessadas em sustentar a implementação ao longo do tempo.

Este experimento de *design* de implementação foi conduzido em ambiente autêntico de ensino e aprendizagem, no Ensino Superior, com planejamento, intervenção e revisão da primeira versão de TPP em uma disciplina que compõem a carga horária de PCC de um curso regular de formação inicial de professores ao longo de um semestre. Este estudo envolve uma formadora de professores e investigadora em EM e futuros professores nas posições de alunos e professores. Para Larsen e Liljedhl (2022), ao investigar a própria prática, atende-se os objetivos globais de melhorar as oportunidades de aprendizagem dos adultos que estão em formação inicial em contexto de Ensino Superior e profissional. Investiga-se, também, uma abordagem que seja viável para a adaptação na prática docente futura dos estudantes. As práticas de ensino utilizadas com adultos que aprendem matemática em contextos pós-obrigatórios requerem uma atenção cuidadosa sobre a forma como moldam as suas experiências de fazer matemática e, consequentemente, de pensar matematicamente.

O projeto de pesquisa mais amplo do qual se origina este artigo é um exemplo de Pesquisa Baseada em *Design* (Cobb *et al.*, 2003), no qual se pode ver uma metodologia na qual os participantes tentam compreender o mundo, enquanto trabalham para mudá-lo. Isso implica em uma atitude adaptativa, de múltiplos métodos, várias fontes de dados e uma estrutura interativa e colaborativa que convida e permite o desenvolvimento de teorias locais.

A estrutura interativa da disciplina que, neste estudo, compõe a carga horária de PCC é denominada de Prática de Ensino. Envolve um docente pesquisador e responsável pela disciplina, uma turma de discentes matriculados (15 alunos), dos quais dois deles são bolsistas de iniciação científica e outros dois são bolsistas do programa de iniciação à docência. Integravam, também, a estrutura da disciplina, dois professores de matemática atuantes na escola básica pública, no Ensino Médio em duas escolas distintas, dos quais um deles é bolsista (supervisor) do programa de iniciação à docência. Esses professores participam de um projeto de extensão universitária denominado Aliança Professor-Pesquisador para a Investigação de Ambientes de Aprendizagem Matemática (APPIAM) e colaboram voluntariamente com

algumas disciplinas de prática de ensino, desde 2014.

A PIBD se constitui em um processo de investigação que envolve a pessoa que a conhece (pesquisadores em questão), o contexto em causa (a sala de aula da prática de ensino na formação de professores (FP) de matemática) e a atividade que participa (o experimento de design), com o objetivo de estudar processos de aprendizagem (PPM) ou de mudança e a forma (tarefas de PPM) de os promover em contextos naturais (FP de matemática). Dessa forma, justifica-se a escolha dessa metodologia pelo interesse em um processo iterativo de refinamentos e implementação de novas ideias.

As etapas desse estudo seguiram a orientação das fases de: planejamento (que envolveu a seleção de tarefas de PP), adaptação da intervenção, intervenção (propriamente dita) e a revisão da intervenção. A unidade de análise considerada aqui foram os episódios documentados, nos quais o tema matemático era o foco da atividade e o discurso em sala de aula foi considerado relevante para o contexto do estudo. Nesse sentido, os episódios críticos para a análise foram aqueles que apoiaram ou refutaram o paradigma inicial. Esses episódios podem não parecer importantes por si só, mas se tornam críticos quando vistos em ordem cronológica com outros episódios.

Os participantes deste estudo haviam concluído o quinto período do curso de Licenciatura em Matemática. Foram, inicialmente, informados sobre o estudo em questão e consultados quanto a sua concordância em participar da pesquisa. Ao concordarem, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Em relação aos futuros professores, foram coletados registros das atividades escritas, relatórios, respostas à pesquisa, questionários e portfólios elaborados. Foram realizados 12 encontros e mais 16 horas de atividades na APPIAM e intervenção em duas escolas de Educação Básica.

Os encontros foram dinamizados de forma a conciliar momentos de trabalhos (i) individuais, (ii) em pequenos grupos e (iii) em discussões coletivas. As tarefas de PP foram inseridas em uma plataforma digital e os alunos tiveram um período de sete dias para enviar suas proposições e explorações.

Nesse artigo, é apresentada uma análise geral de registros gerados pelas atividades de PP e sínteses reflexivas dos futuros professores. Não será abordado, neste texto, por limitação de espaço, a intervenção realizada nas escolas de Educação Básica.

## 5 Descrição e análise de dados

Será apresentado, inicialmente, um panorama geral, da experiência e dos entendimentos dos futuros professores sobre a Proposição de Problemas. Os participantes deste estudo responderam duas perguntas através do *Google Forms*, após um *workshop* introdutório, sobre a PP: (1) Você conhecia a proposição de problemas matemáticos? (2) A quem cabe propor problemas em sala de aula?

As respostas eram obrigatórias e todos afirmaram que, até aquele período do curso, não tinham experiência e conhecimento da PP como uma abordagem para o ensino de Matemática. Com relação à segunda pergunta, três estudantes responderam que alunos e professores podem elaborar, reformular e resolver problemas, e doze responderam que cabe ao professor elaborar, ou reformular problemas para seus alunos.

Se reconhecermos a PP como uma atividade intelectual importante na matemática escolar, então, devemos considerar que professores e alunos devem ser proficientes em elaborar problemas matemáticos importantes e valiosos. Uma linha de pesquisa fundamental na PP tem sido explorar os problemas que professores e alunos podem criar.

Uma situação-problema e um *prompt* (Elabore o máximo de problemas possíveis que podem ser resolvidos com a expressão  $1\frac{3}{4} \div \frac{1}{2}$ ) foi a TPP formulada, na qual os futuros professores se envolveram neste estudo. Ele foi definido em três etapas principais, seguindo a perspectiva da PIBD. A primeira envolveu: o planejamento da atividade (pela formadora); o estudo do conteúdo (PP na formação de professores); a seleção da tarefa (Quadros 1 e 2) adaptada ao contexto da sala de aula, que considerou o conhecimento e os interesses dos licenciandos, com uma demanda cognitiva adequada; e a antecipação (pela formadora) das principais estratégias que eles poderiam adotar para a resolução da tarefa. A segunda etapa abrangeu a apresentação da tarefa para os estudantes, os movimentos da formadora em busca do compartilhamento colaborativo de ideias e a promoção do discurso matemático. Na terceira, há uma reflexão sobre o desenvolvimento de toda a atividade.


Dessa forma, apoiados em Cai *et al* (2015), foi proposta a seguinte situação para os futuros professores de matemática (Quadro 1).

Imagine que você está ensinando divisão com frações. Para tornar isso significativo para as crianças, algo que muitos professores tentam fazer é relacionar a matemática a outras coisas. Às vezes, eles tentam inventar situações do mundo real ou problemas de história para mostrar a aplicação de algum conteúdo específico. O que você diria que seria uma boa história ou uma situação do mundo real ou ainda um modelo para  $1\frac{3}{4} \div \frac{1}{2}$  ?

**Quadro 1** - Situação inicial para a proposição de problemas - tarefa de PP  
Fonte: adaptado de Cai *et al* (2015, p. 4)

Os licenciandos se dividiram em duplas para realizar a primeira parte da tarefa de PP e,

após uma semana, retornaram sete problemas elaborados. Na sequência, dando continuidade à tarefa, os problemas apresentados foram reunidos em um quadro e compartilhados com todas as duplas (Quadro 2).

<p>No quadro abaixo estão as sete proposições de problemas que vocês elaboraram para a situação proposta na tarefa de PPM. Agora, vamos verificar se todas as proposições apresentadas estão adequadas à situação apresentada inicialmente. Para isso, cada grupo pensará e organizará resoluções para as sete proposições, exceto a que você elaborou com seu colega. Procurem pensar nas estratégias e resoluções que os alunos da Educação Básica possam fazer. Também reflitam sobre possíveis dificuldades dessas proposições.</p> <p><b>Proposições</b></p>	
<p><b>PP1:</b> Dona Maria vende bolos de pote para obter uma renda extra durante a pandemia. Sua linha de produção mais famosa e lucrativa são os bolos de chocolate. Sabendo que para a produção de um bolo de pote desse modelo é utilizada meia barra de chocolate, quantos bolos de pote podem ser produzidos sabendo que Dona Maria tem uma barra completa e três quartos (Notação número misto: <math>1\frac{3}{4}</math>) de outras restantes? Transforme o resultado obtido em um número misto e informe quantos bolos inteiros podem ser produzidos.</p>	
<p><b>PP2:</b> Os pais de Igor estão reformando a casa. Como sobrou uma grande tábua de madeira, ele teve a ideia de construir um carrinho de rolimã no qual pudesse andar junto com seus amigos: Regina, Vitor, Raissa e Mateus. Para a construção do carrinho, é necessário que se coloque um par de rolamentos na frente, um atrás e um entre cada pessoa, como mostra a figura abaixo:</p> <div data-bbox="343 943 636 1167" data-label="Image">  </div> <p>Quando mediram a tábua, notaram que ela tem um e três quartos metros de comprimento. Sabendo que cada criança sentada, ocupa meio metro de comprimento, responda:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Todos os amigos conseguirão andar no carrinho ao mesmo tempo? Por quê?</li> <li>Quantos rolamentos eles usarão? Justifique.</li> </ol>	
<p><b>PP3:</b> Pedro e João juntaram R\$2,50 cada para comprar um bolo de R\$3,25 no mercado. Na compra deram o dinheiro todo para o caixa do mercado e voltou de troco R\$1,75, sendo uma moeda de R\$1 mais três moedas de R\$0,25. Quanto de dinheiro ficou para cada um dos meninos?</p>	
<p><b>PP4:</b> Raphael, o pai de Bruna e Anna, é Militar. Todas as vezes que ele realiza horas extras, ganha uma quantidade <math>x</math> a mais no final do mês e esta quantidade é repartida entre as duas irmãs igualmente, porém cada irmã tem a responsabilidade de pagar uma despesa básica da família com a finalidade de educá-las financeiramente. Sabendo que a quantidade <math>x</math> é equivalente a <math>1\frac{3}{4}</math> do salário recebido, responda:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><math>1\frac{3}{4}</math> é equivalente a qual porcentagem?</li> <li>Quanto cada uma das irmãs receberá ao final do mês, sabendo que o salário total de seu pai foi de R \$2.000,00?</li> <li>Sabendo que no mês passado o valor de <math>x = R \\$1.000,00</math>; quanto Raphael recebeu ao final do mês?</li> </ol>	
<p><b>PP5:</b> Samuel, Joaquim e Patrícia saíram para comemorar o final do semestre da faculdade. Foram eles então a pizzaria NóiNói. A pizzaria corta a pizza de duas maneiras diferentes: fazem dois cortes na pizza, totalizando 4 pedaços iguais grandes, ou fazem 4 cortes, totalizando 8 pedaços iguais médios. Como os meninos estavam com muita fome, pediram duas pizzas (uma de quatro queijos e uma de calabresa) ambas cortadas em quatro pedaços. Quando as pizzas chegaram, Patrícia disse que não estava com tanta fome e comeu somente um pedaço de pizza. Os meninos então dividiram igualmente o restante das pizzas, uma pizza inteira e outra com 3 pedaços.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Represente, através de uma fração mista, o resto da pizza após Patrícia comer a sua parte.</li> <li>Quanto cada um dos meninos comerá de pizza? Mostre seu raciocínio.</li> </ol>	
<p><b>PP6:</b> Uma fábrica possui uma máquina que processa 1kg e 750 g de goma de mascar no período de uma hora. Como a mistura a ser processada fica pronta em poucos minutos, o processo de produção da mistura fica ocioso durante a maior parte do tempo. O dono da fábrica resolveu então adquirir uma nova máquina de processar gomas, dividindo assim o trabalho de processamento para as duas máquinas. Considerando que as</p>	



duas máquinas trabalham de forma integral, determine em quilogramas(kg), a nova quantidade de gomas de mascar processadas por hora. Determine a representação em número misto desse valor.

**PP7:** Os irmãos Renata e Fabiano combinaram de fazer um piquenique com seus amigos e ficou decidido que cada um levaria uma comida. Os irmãos, então, compraram dois bolos inteiros na padaria próxima a sua casa, um de chocolate e outro de laranja, mas esqueceram de avisar seus pais que o bolo era para o evento. No dia do piquenique, Renata e Fabiano perceberam que seu pai e sua mãe haviam comido  $\frac{1}{4}$  do bolo de laranja.

a) Como os irmãos não conseguiram comprar outro bolo inteiro, levaram o que sobrou do bolo de laranja mais o bolo de chocolate. Qual é a fração mista que representa a quantidade de bolos levados por cada um dos irmãos?

b) Depois que os pais perceberam o erro, deram 3 reais para cada um dos irmãos, referente ao valor do pedaço de bolo que comeram. Sabendo que os bolos eram de mesmo preço e que o valor foi dividido igualmente entre os irmãos, quantos reais Renata gastou na compra dos bolos?

**Quadro 2:** Continuidade da tarefa de PP  
Fonte: registros do pesquisador (2022)

Ao observar as proposições apresentadas (Quadro 2), pode-se concluir que os futuros professores participantes dessa intervenção elaboraram problemas interessantes, considerando que foi uma experiência inicial. No entanto, a capacidade de propor problemas válidos parece estar ligada a outros fatores.

A tendência de elaborar problemas sem explorá-los ou resolvê-los foi uma prática identificada nos professores em formação neste estudo. As duplas elaboraram seus problemas, mas não os resolveram, o que pode indicar a falta de compreensão do potencial matemático e pedagógico da situação-problema apresentada. Das sete proposições, cinco (PP3, PP4, PP5, PP6 e PP7) não correspondiam à expressão  $1\frac{3}{4} \div \frac{1}{2}$ , mas representavam a expressão  $1\frac{3}{4} \div 2$ . Pode-se inferir que as habilidades dos licenciandos na proposição de problemas pode estar associada à sua falta de compreensão do significado da divisão de um número (no caso misto) por uma fração.

Assim como Crespo (2003) e Crespo e Sinclair (2008) apresentaram em seus estudos, os licenciandos se preocupam em evitar que os alunos (na escola básica) fiquem confusos, obtenham respostas incorretas e gastem muito tempo com a resolução dos problemas. Reações semelhantes também foram identificadas nas proposições dos futuros professores nesta investigação. Isso pode ser observado nas proposições PP1 e PP6 ao anteciparem uma informação restrita e diretiva com relação ao número misto. Nessa mesma direção, as proposições PP3, PP4 e PP7 são problemas com uma tendência tradicional de uma só etapa, com perguntas diretivas, que sugerem resoluções computacionais ou procedimentais. Nos registros, nenhuma evidência de que haviam considerado ações para ajudar os seus (futuros) alunos a superar conflitos na resolução de problemas cognitivamente exigentes foi identificada.

Para Yao, Hwang e Cai (2021), o envolvimento dos futuros professores de matemática



com TPP parece encorajá-los a explorar a situação-problema em busca de conhecimento conceitual (saber não só o quê, mas o porquê de fazer), portanto, é uma atividade que tem o potencial de desenvolver, nos futuros professores, a compreensão conceitual e sua inclinação em desenvolver a mesma compreensão em seus futuros alunos. Os mesmos autores defendem, ainda, que a compreensão matemática dos professores tem impacto na compreensão matemática dos alunos.

Por outro lado, as proposições PP2 e PP5 têm características de solicitar, aos alunos (seus possíveis resolvidores), explicações e justificativas para suas estratégias ou resoluções. O que pode sugerir que eles se aventuraram em elaborar problemas com maior flexibilidade (Baumanns; Rott, 2024), ou seja, que envolve maior diversidade em estratégias de resolução e exploração e, portanto, que são cognitivamente exigentes.

Parece plausível que os alunos desenvolvam compreensão processual (saber o que fazer), se a compreensão dos seus professores for mais processual do que conceitual (Yao; Hwang; Cai, 2021). Esse achado de pesquisa em EM evidencia a importância da implementação da PP na disciplina de Prática de Ensino que contempla a carga horária de PCC, considerando que o trabalho a ser realizado nessas horas é problematizar o ensino da Matemática escolar, considerando as salas de aula reais e seus professores.

Em suas pesquisas com professores do Ensino Médio, Cai *et al.* (2015) revelaram que eles eram capazes de elaborar problemas, contudo, apenas de forma parcial e que o sucesso em elaborar problemas válidos pode estar relacionado à sua experiência e formação. Os professores participantes de seus estudos tiveram mais sucesso na reformulação dos problemas. Isso também foi constatado em experiências que sucederam essa, aqui, relatada, na mesma disciplina de Prática de Ensino. Porém, elas serão apresentadas em artigos posteriores.

## 6 Conclusões

A concepção que prevalecia, entre os futuros professores, que precedeu a implementação de TPP, era a de que o papel do professor envolve as atividades de criar ou adaptar essa TPP, enquanto o dos alunos é de resolvê-la. Dessa forma, havia um conflito, para o futuro professor, de que a elaboração de problemas (a TPP) era uma atividade de resolução de problemas para os seus (futuros) alunos.

Durante o estudo, foi possível observar que um dos *problemas da prática* percebidos era a crença limitante de que os futuros professores não deveriam participar das quatro atividades (Baumanns, 2023) que envolvem a PP, para se tornarem proficientes em PP. Por meio

da PP, foi possível obter percepções sobre a compreensão matemática dos professores em formação, que não seriam reveladas por abordagens instrucionais tradicionais mais frequentes na formação do licenciandos participantes desta investigação.

Assim como nas investigações conduzidas por Crespo (2003; 2015), Crespo e Sinclair (2008) e Yao, Hwang e Cai (2021), os resultados obtidos na implementação de TPP na PCC, podem melhorar a compreensão e o desenvolvimento de crenças relevantes para a PP e, conseqüentemente, nas atitudes e no desempenho matemático. No processo de formação do futuro professor de matemática foi importante observar uma reorganização de significado em relação à PP.

Investigações iniciais, apresentadas neste e em outros estudos referenciados (Cai *et al.* 2015; Cai; Hwang, 2020; Cai *et al.*, 2022; Crespo, 2003, 2015; Crespo; Sinclair, 2008), sugerem que proporcionar, aos licenciandos, oportunidades para explorar e discutir o potencial matemático e pedagógico dos problemas, elaborados por eles, pode ser um passo importante, no sentido de prepará-los para conceber oportunidades de aprendizagens para seus futuros alunos, no decorrer do processo de PP, nas aulas de matemática.

Ainda no que diz respeito ao primeiro objetivo, um resultado que se destacou foi a aparente desconexão entre o conhecimento do conteúdo matemático dos professores em formação e sua futura prática de instrução. Independentemente de sua confiança e competência em matemática, todos os professores em formação deste estudo apresentaram, na fase inicial da PP, práticas limitadas e limitantes de PP. Pode-se inferir que mais atenção tenha sido dada à capacidade dos candidatos a professores de resolver problemas matemáticos e pouca atenção à capacidade de (re)elaborar problemas para e com seus alunos. Porém este estudo sugere que proporcionar experiências de PP aos professores em formação pode ser uma estratégia poderosa, no sentido da revisão das crenças dos professores.

Importante destacar que: houve um aumento sensível na frequência de interações entre os discentes quando envolvidos na TPP, o que pode ser considerado uma atividade organizada de construção de significado; a visão do formador como facilitador pode ser considerada um ponto de partida para a criação de oportunidades de aprendizagem para o futuro professor de matemática e atividades centradas no aluno. Dessa forma, os discentes observaram que, mesmo tendo autonomia para elaborarem seus próprios problemas, o formador ainda estava presente na condução de todas as etapas.

A implementação da PP como abordagem instrucional, durante o processo de formação inicial de professores, é promissora quando: (i) está em conexão com a escola de Educação Básica,; (ii) envolve a investigação sistemática; (iii) contempla uma perspectiva prospectiva e

reflexiva; (iv) afasta-se de estudos lineares; (v) e não somente busca compreender o *que funciona ou não*, na sala de aula, mas as condições de sucesso e sustentabilidade e a constituição de uma base de dados que seja utilizável pelos professores.

A limitação deste estudo se dá por ter sido realizado em apenas um semestre. No entanto, é fonte de dados para o projeto maior ao qual está vinculado.

### Contribuições de autoria

Todos os autores contribuíram, substancialmente, na concepção e no planejamento do estudo; na obtenção, análise e interpretação dos dados; na redação e revisão crítica; e aprovaram a versão final a ser publicada.

### Referências

- BAUMANNNS, L. Four Mathematical Miniatures on Problem Posing. *In*: SARIKAYA, D., BAUMANNNS, L., HEUER, K., ROTT, B. (eds.) **Problem Posing and Solving for Mathematically Gifted and Interested Students**. Wiesbaden: Springer Spektrum, p. 03-25, 2023.
- BAUMANNNS, L., ROTT, B. Problem-posing tasks and their influence on pre-service teachers' creative problem-posing performance and self-efficacy. **The journal of mathematical behavior**, New York, v. 73, [s.n], p. 101-130, 2024.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC; SEB, 2018.
- CAI, J. What Research Says About Teaching Mathematics Through Problem Posing. **Éducation et didactique**, Rennes, v. 16, n. 3, p. 31-50, 2022.
- CAI, J., CIFARELLI, V. V. Exploring mathematical exploration: how two college students formulated and solved their own mathematical problems. **Focus on Learning Problems in Mathematics**, Palo Alto, v. 27, n. 3, p. 43-72, 2005.
- CAI, J. *et al.* Problem-Posing Research in Mathematics Education: Some Answered and Unanswered Questions. *In*: SINGER, F.; ELLERTON, N.; CAI, J. (eds.) **Mathematical Problem Posing**. Research in Mathematics Education. New York: Springer, p. 3-34, 2015.
- CAI, J.; HWAHG, S. Learning to teach through mathematical problem-posing theoretical considerations, methodology, and directions for future research. **International Journal of Educational Research**, Amsterdam, v. 102, n.101391, p. 01-11, 2020.
- CAI, J. *et al.* Mathematical problem posing: Task variables, processes, and products. *In*: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR THE PSYCHOLOGY OF MATHEMATICS EDUCATION, 45., 2022, Alicante. **Proceedings...** Alicante: Universidad de Alicante, 2022. p. 119-145 (Vol. 1). Disponível em: <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/126487/1/proceedings-pme-45-vol1-07.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2025.
- COBB, P. *et al.* Design Experiments in Education Research. **Educational Researcher**, Washington, v. 32, n. 1, p. 9-13, jan./fev., 2003.

- CENTURY, J., CASSATA, A. Implementation Research: Finding Common Ground on What, How, Why, Where, and Who. **Review of Research in Education**, Washington, v. 40, n. 1, p. 169-215, 2016.
- CRESPO, S. A Collection of Problem-Posing Experiences for Prospective Mathematics Teachers that Make a Difference. In: SINGER, F.; ELLERTON N. F.; CAI J. (eds.) **Mathematical Problem Posing**. Research in Mathematics Education. New York: Springer, p. 493-511, 2015.
- CRESPO, S. Learning to pose mathematical problems: Exploring changes in preservice teachers' practices. **Educational Studies in Mathematics**, Dordrecht, v. 52, p. 243-270, 2003.
- CRESPO, S., SINCLAIR, N. What makes a problem mathematically interesting? Inviting prospective teachers to pose better problems. **J Math Teacher Educ**, Amsterdam, v. 11, [s.n], p. 395-415, 2008.
- DAVIS, B., TOWERS, J., CHAPMAN, O. Exploring the relationship between mathematics teachers' implicit associations and their enacted practices. **J Math Teacher Educ**, Amsterdam, v. 23, p. 407-428, 2020.
- DOMITE, M. L. Problem Posing and Problematization. **Adult Education and Development**, 2001. Disponível em: <https://www.dvv-international.de/index.php?id=1020&L=1dvv-international.de/index.php?id=1020&L=1>. Acesso em 03. Mai. 2020.
- ERNEST, P. The knowledge, beliefs and attitudes of the mathematics teacher: A model. **Journal of Education for Teaching**, London, v. 15, n. 1, p. 13-33, 1989.
- FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 17. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1987.
- GUTSTEIN, E.; PETERSON, B. **Rethinking mathematics**: Teaching social justice by the numbers. Milwaukee: Rethinking Schools, 2005.
- JANKVIST U. T. *et al.* Launching Implementation and Replication Studies in Mathematics Education (IRME), **Implementation and Replication Studies in Mathematics Education**, Leiden, v. 1, n. 1, p. 1-19, 2021.
- KLINSHTERN, M., KOICHU, B., BERMAN, A. What Do High School Teachers Mean by Saying "I Pose My Own Problems"? In F. M. Singer, N. F. Ellerton, & J. Cai (Eds.), **Mathematical Problem Posing**. From Research to Effective Practice, Springer, p. 449-467, 2015.
- KOICHU, B.; KONTOROVICH, I. Dissecting success stories on mathematical problem posing: a case of the Billiard Task. **Educational Studies in Mathematics**, Dordrecht, v. 1, n. 83, p. 71-86, 2013.
- KONTOROVICH, I. *et al.* An exploratory framework for handling the complexity of mathematical problem posing in small groups. **Journal of Mathematical Behavior**, New York, v. 31, n.1, p. 149-161, 2012.
- LARSEN, J.; LILJEDAHL, P. Building thinking classrooms online: From practice to theory and back again. **Adults Learning Mathematics: An International Journal**, London, v. 16, n.1, p. 36-52, 2022.
- LILJEDAHL, P.; CAI, J. Empirical research on problem solving and problem posing: a look at the state of the art. **ZDM Mathematics Education**, Berlin, v. 53, p.723-735, 2021.
- MARCATTO, F. S. F. A prática como componente curricular em projetos pedagógicos de cursos de licenciatura em matemática. 2012. 160 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2012.

MARCATTO, F. S. F. Promovendo o raciocínio matemático: tarefas de exploração na prática como componente curricular. **Revista Eletrônica de Educação**, São Carlos, v. 17, [s.n.], p. 1-17, 2023. Disponível em: <https://www.reveduc.ufscar.br/index.php/reveduc/article/view/6249/1405>. Acesso em: 25 jan. 2025.

MARCATTO, F.S.F.; ONUCHIC, L.de la R. A resolução de problemas como eixo norteador na formação de professores que ensinam matemática. In: NAVARRO, E. R.; SOUZA, M. C. DE (orgs.). **Educação Matemática em Pesquisa: perspectivas e tendências**. São Paulo: Científica Digital, p. 49-69 (Vol. 3) 2020.

NATIONAL COUNCIL OF TEACHER OF MATHEMATICS – NCTM. **Curriculum and evaluation standards for school mathematics**. Reston: NCTM, 1989.

NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS- NCTM. **Professional standards for teaching mathematics**. Reston: NCTM, 1991.

PEHKONEN, E. On teachers' beliefs and changing mathematics teaching. **Journal für Mathematik Didaktik**, Berlin, v. 15, n. 3-4, p. 177-209, 1994.

OSANA, H.P., PELCZER, I. A Review on Problem Posing in Teacher Education. In: SINGER, F.; ELLERTON, N.; CAI, J. (eds.) **Mathematical Problem Posing**. Research in Mathematics Education., New York: Springer, p. 1077-1087, 2015.

PENUEL, W. R. *et al.* Organizing Research and Development at the Intersection of Learning, Implementation, and Design. **Educational Researcher**, Washington, v. 40, n. 7, p. 331-337, 2011.

SCHOENFELD, A. H. **Mathematical problem solving**. Orlando: Academic Press, 1985.

SCHOENFELD, A. Explorations of students' mathematical beliefs and behavior. **Journal for Research in Mathematics Education**, Reston, v. 20, n. 4, p. 338-355, 1989.

SCHOENFELD, A. H. Teaching mathematical thinking and problem solving. In L. B. Resnick, & L. E. Klopfer (Eds.). **Toward the thinking curriculum: Current cognitive research**. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development, p. 83-103, 1994.

SCHRECK, A.; GROSS O. J.; ROTT, B. Connotative aspects of epistemological beliefs: A pseudo-longitudinal study with students of different mathematical Programmes of Study. **LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education**, [S. l.], v. 12, n. 1, p. 15-32, 2024.

SILVER, E. A., *et al.* Posing mathematical problems: An exploratory study. **Journal for Research in Mathematics Education**, Reston, v. 27, n. 3, p. 293-309, 1994.

SILVER, E. A.; CAI, J. An analysis of arithmetic problem posing by middle school students. **Journal for Research in Mathematics Education**, Reston, v. 27, n. 3, p. 521-539, 1996.

STYLIANIDES, G.J.; STYLIANIDES, A.J. Research-based interventions in the area of proof: the past, the present, and the future. **Educational Studies in Mathematics**, Dordrecht, v. 96, p. 119-127, 2017.

YANG, X.; KAISER, G.; KÖNIG, J. Relationship between pre-service mathematics teachers' knowledge, beliefs and instructional practices in China. **ZDM Mathematics Education**, Berlin, v. 52, p. 281-294, 2020.

YAO, Y.; HWANG, S.; CAI, J. Preservice teachers' mathematical understanding exhibited in problem posing and problem solving. **ZDM Mathematics Education**, Berlin, v. 53, p. 937-949, 2021.



**Submetido em:** 05 de Agosto de 2024.

**Aprovado em:** 11 de Outubro de 2024.

**Editor-chefe responsável:** Prof. Dr. Marcus Vinicius Maltempi

**Editor associado responsável:** Profa. Dra. Maria Laura Magalhães Gomes