

Elaboração/Formulação/Proposição de Problemas em Matemática: percepções a partir de pesquisas envolvendo práticas de ensino

Resumo: O presente artigo refere-se à apresentação de um metaestudo que tem como objetivo verificar e analisar como são realizadas as práticas educativas que tratam da criação de problemas matemáticos, pelos estudantes, disseminadas na produção científica brasileira. Para tanto, foi realizado um estudo bibliográfico na modalidade de revisão sistemática, a fim de constituir novas compreensões acerca do objeto de estudo. Os resultados indicam que existem diversos pontos de partida e diferentes finalidades educativas para as atividades de elaboração, formulação e proposição de problemas pelos estudantes, realizadas em distintos momentos pedagógicos, conforme relatado nas pesquisas que analisamos. Cabe ressaltar, ainda, que este metaestudo revela fragilidades na constituição de um corpo teórico pelas pesquisas analisadas. Tal corpo teórico permitiria orientar um caminho metodológico mais consistente para implementação de práticas de criação de problemas em aulas de Matemática.

Palavras-chave: Elaboração/Formulação/Proposição de Problemas. Práticas Educativas. Resolução de Problemas. Educação Matemática. Revisão Sistemática.

Problem Elaboration/Formulation/Posing in Mathematics: insights from research involving teaching practices

Abstract: This article refers to the presentation of a meta-study that aims to verify and analyze how educational practices are realized with the creation of mathematical problems, by students, disseminated in Brazilian scientific production. Therefore, a bibliographic study was carried out in the form of a systematic review, in order to constitute new understandings about the object of study. The results indicate that there are different starting points and different educational purposes for the activities of elaboration, formulation, proposition of problems by students, carried out in different pedagogical moments, as reported in the research we analyzed. It should also be noted that this meta-study reveals fragilities in the constitution of a theoretical body by the analyzed research. Such theoretical body would allow to guide to a more consistent methodological path for the implementation of problem creation practices in Mathematics classes.

Keywords: Elaboration/Formulation/Posing Problem. Educational Practices. Problem Solving. Mathematics Education. Systematic Review.

Elaboración/Formulación/Proposición de Problemas en Matemáticas: percepciones a partir de investigaciones sobre las prácticas de enseñanza

Janaína Poffo Possamai

Doutorado em Engenharia de Produção. Professora do Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais e Matemática da Universidade Regional de Blumenau (FURB). Santa Catarina, Brasil.

 orcid.org/0000-0003-3131-9316

✉ janainap@furb.br

Norma Suely Gomes Allevato

Doutora em Educação Matemática. Professora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Cruzeiro do Sul (UNICSUL). São Paulo, Brasil.

 orcid.org/0000-0001-6892-606X

✉ normallev@gmail.com

Recebido em: 13/11/2021

Aceito em: 15/02/2022

Publicado em: 22/02/2022

Resumen: El presente artículo se refiere a la presentación de un meta-estudio que tiene como objetivo verificar y analizar cómo se llevan a cabo las prácticas educativas que tratan de la creación de problemas matemáticos, por parte de los estudiantes, difundidas en la producción científica brasileña. Por eso, se realizó un estudio bibliográfico en la modalidad de revisión sistemática, a fin de constituir nuevas comprensiones sobre el objeto de estudio. Los resultados indican que existen varios puntos de partida y diferentes propósitos educativos para las actividades de elaboración, formulación, proposición de problemas por parte de los estudiantes, realizadas en diferentes momentos pedagógicos, según se informa en las investigaciones que analizamos. También cabe mencionar que este meta-estudio revela fragilidades en la constitución de un cuerpo teórico por parte de las investigaciones analizadas. Este cuerpo teórico permitiría orientar un camino metodológico más consistente para la implementación de prácticas de creación de problemas en las clases de Matemáticas.

Palabras clave: Elaboración/Formulación/Proposición de Problemas. Prácticas Educativas. Resolución de Problemas. Educación Matemática. Revisión Sistemática.

1 Introdução

A associação da elaboração/formulação de problemas com a resolução de problemas tem sido registrada nos documentos curriculares brasileiros, os quais contém orientações no sentido de que os problemas a serem resolvidos sejam criados não apenas pelos professores, mas, também, pelos estudantes. Nos Parâmetros Curriculares Nacionais já está indicado, como um dos objetivos do Ensino Fundamental para a Matemática, que os estudantes sejam capazes de “questionar a realidade formulando problemas e tratando de resolvê-los, utilizando para isso o pensamento lógico, a criatividade, a intuição a capacidade de análise crítica, selecionando procedimentos e verificando sua adequação” (BRASIL, 1998, p. 8).

E, mais recentemente, na Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018), tem-se fortemente associada às orientações que tratam da resolução de problemas a formulação/elaboração de problemas pelos estudantes. No que se refere ao Ensino Fundamental, é indicado que os estudantes elaborem/formulem problemas modificando dados ou contextos de um problema que foi resolvido; enquanto, para o Ensino Médio, a instrução é “estimular processos mais elaborados de reflexão e de abstração, que deem sustentação a modos de pensar que permitam aos estudantes formular e resolver problemas em diversos contextos com mais autonomia e recursos matemáticos” (BRASIL, 2018, p. 529).

É com este foco de investigação que desenvolvemos a pesquisa de revisão sistemática registrada no presente texto: o objetivo é verificar e analisar como são

realizadas as práticas educativas que tratam da criação de problemas matemáticos pelos estudantes, disseminadas na produção científica brasileira, particularmente em dissertações e teses. Entendemos que as compreensões e o conhecimento construídos por meio desta pesquisa se justificam por indicar possibilidades e relevar implicações decorrentes da realização de atividades de criação de problemas pelos estudantes, bem como desvelar suas articulações com a prática de resolução de problemas no âmbito de ensino e de aprendizagem da Matemática.

Para socialização da pesquisa realizada, na sequência apresentam-se a fundamentação teórica; os procedimentos metodológicos adotados na revisão sistemática; a apresentação, discussão e análise dos dados coletados; e, na última sessão, as considerações finais.

2 Fundamentação teórica

Há uma longa história da Resolução de Problemas frente ao ensino da Matemática, com uma forte discussão iniciada na década de 1980, especialmente pelos trabalhos do National Council of Teachers of Mathematics — NCTM (ONUCHIC, 1999), e hoje incorporada nos currículos escolares, da Educação Básica ao Ensino Superior, em diversos países, incluindo o Brasil (BRASIL, 2018). Vários pesquisadores (ALLEVATO e ONUCHIC, 2021; ALLEVATO e ONUCHIC, 2019; BICALHO, ALLEVATO e SILVA, 2020; CAI e LESTER, 2012; FERNANDES e POSSAMAI, 2021; POLYA, 1985) identificaram contribuições do ensino através da Resolução de Problemas para os processos de ensino, de aprendizagem e de avaliação. Porém, apesar de parte — ou grande parte — da Matemática ter sido desenvolvida a partir da necessidade de resolver algum problema, nem sempre as práticas de sala de aula se efetivam nesta ordem, natural e histórica, em que um problema precede uma descoberta (ALLEVATO, 2005).

As práticas pedagógicas, habitualmente, refletem diferentes posicionamentos sobre qual é o papel da resolução de problemas em relação ao ensino e à aprendizagem matemática: se aprende (e se ensina) Matemática *para* a resolução de problemas ou se aprende (e se ensina) Matemática *através* da Resolução de Problemas ou ambos. Quando o professor primeiro apresenta o conteúdo matemático, com definições e exemplos, para que posteriormente os estudantes resolvam uma lista de questões denominadas problemas, com o intuito de praticar ou aplicar o que foi aprendido, se está ensinando

Matemática para resolver problemas, em geral, em diferentes contextos. Em Allevato (2014, p. 213), ressalta-se que essa concepção “considera a Matemática como utilitária de modo que, embora a aquisição de conhecimento matemático seja de primordial importância, o propósito principal do ensino é ser capaz de utilizá-lo”.

Na abordagem através da resolução de problemas, por outro lado, o problema é proposto no início das atividades de aula, como ponto de partida na introdução de um novo conceito ou conteúdo, sendo o veículo por cuja resolução o estudante irá aprender Matemática.

Cabe ressaltar que esses diferentes posicionamentos refletem, também, diferentes entendimentos do que é um problema. Quando se ensina para resolver problemas, normalmente os problemas são associados a questões com palavras, com enunciados que envolvem situações contextualizadas. Porém, Cai e Lester (2012, p. 148) alertam:

Problemas com enunciados ou palavras frequentemente vêm a mente em uma discussão sobre resolução de problemas. No entanto, essa concepção de resolução de problemas é limitada. Alguns ‘problemas com enunciados’ não são suficientemente problemáticos para os estudantes e, portanto, deveriam ser considerados apenas como exercícios para os alunos realizarem.

O entendimento, quando o ensino acontece através da Resolução de Problemas, é o de que um problema é o “ponto de partida e orientação para a aprendizagem de novos conceitos e novos conteúdos matemáticos” (ALLEVATO e ONUCHIC, 2021, p. 51). Em particular, com a Metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas, que inclui envolver os estudantes em trabalho individual, em pequenos grupos e em plenária, a aprendizagem do conteúdo matemático planejado pelo professor para a aula decorre da resolução do problema (chamado problema gerador). Nesse caso, o conteúdo é formalizado pelo professor após a resolução do problema (gerador), e não antes (ALLEVATO e ONUCHIC, 2021).

Nessa vertente de discussão, Getzels (1979) distinguiu três tipos de problemas: os apresentados, os descobertos e os criados. Essa classificação depende de considerar “se as situações-problema já existem, quem as propõe, e se têm uma formulação conhecida, método conhecido de resolução ou soluções conhecidas.” (p. 168). Nas aulas de Matemática, geralmente se solicita que os estudantes resolvam problemas que são apresentados, ou seja, cabe a eles a tarefa de resolvê-los, e aos professores de criá-los ou de selecioná-los de livros didáticos ou outros materiais.

Vale destacar que o incentivo à criação¹ de problemas pelos estudantes tem sido foco de pesquisas bastante recentes em Educação Matemática (ANDREATTA e ALLEVATO, 2020; CAI e HWANG, 2020; DUARTE e ALLEVATO, 2020; LI, *et al.*, 2020; SANTOS e ANDRADE, 2020), indicando um movimento investigativo impulsionado pela percepção de que “desenvolver a capacidade de propor problemas matemáticos é, pelo menos, tão importante, educacionalmente, quanto desenvolver a capacidade de resolvê-los” (STOYANOVA e ELLERTON, 1996, p. 518).

Assim, cabe esclarecer que, conforme indicam Zang e Cai (2021, p. 2) a “proposição de problemas matemáticos é o processo de formular e expressar um problema dentro do domínio da matemática”, e que, “ao contrário da resolução de problemas, o foco na proposição de problemas está na geração de problemas baseados em situações, e os problemas são os objetos de estudo”. Assim como ocorre com a Resolução de Problemas, a proposição de problemas também oferece contribuições para os estudantes: promove a compreensão conceitual e o desenvolvimento da capacidade de raciocinar e de se comunicar matematicamente; aumenta o interesse pela Matemática; fomenta a criatividade e a autonomia; conecta a Matemática com os interesses pessoais dos estudantes; e melhora os processos leitura e interpretação/compreensão de problemas (CAI *et al.*, 2013; BONOTTO, 2013; ENGLISH, 2020; KOICHU e KONTOROVICH, 2013; ZANG e CAI, 2021).

Além disso, alguns pesquisadores (CAI *et al.*, 2013; XI *et al.*, 2020; ZANG e CAI, 2021) ressaltam que as atividades de proposição de problemas permitem o desenvolvimento de habilidades mais robustas na resolução de problemas, uma vez que requerem que os estudantes reflitam sobre a estrutura mais ampla e sobre os objetivos dos problemas que irão criar. “Incentivar os alunos a gerar problemas é, portanto, não só susceptível de promover a compreensão de situações-problema pelos alunos, mas, também, o desenvolvimento de estratégias de resolução de problemas mais avançadas” (CAI *et al.*, 2013, p. 60).

Ademais, a associação da elaboração com a resolução de problemas, como recomendada na BNCC, também tem sido indicada por English (2020) e Koichu (2020)

¹ Neste artigo utilizamos o termo *criação de problemas* para nos referirmos ao conjunto de ideias e ações indicadas como elaboração, formulação ou proposição de problemas, respeitando os diferentes posicionamentos dos autores citados.

ao ressaltarem que a proposição de problemas pode ser um objetivo implícito em outra atividade — na BNCC são apontadas as de Resolução de Problemas, de Modelagem Matemática, de Investigações, por exemplo. English (2020, p. 3) adverte que “a proposição de problemas não deve ser apenas uma atividade isolada, em que se torna um fim em si mesma, resultando em muitas oportunidades perdidas para aprimorar o aprendizado”.

A depender dos objetivos delineados pelo professor para sua aula, a proposição de problemas pode assumir diferentes finalidades educativas; porém, é importante destacar o potencial para avaliar a aprendizagem dos estudantes, uma vez que possibilita relevar seus pensamentos sobre determinado conteúdo, procedimento ou conceito matemático, e a extensão da compreensão (ENGLISH, 2020), possibilitando reorientar as práticas de ensino.

É nesse contexto que este artigo apresenta um estudo de revisão sistemática, que visa verificar e analisar como são realizadas as práticas educativas que tratam da criação de problemas matemáticos pelos estudantes, disseminadas na produção científica brasileira, particularmente em dissertações e teses. Para tanto, foram adotados os procedimentos descritos na sequência.

3 Procedimentos metodológicos

A pesquisa retratada no presente artigo classifica-se, em relação aos procedimentos, como bibliográfica na modalidade de revisão sistemática (RAMOS, FARIA e FARIA, 2014). Essa modalidade distingue-se de outras investigações que mapeiam pesquisas — estado da arte, estado da questão, estudo bibliométrico — pois intenciona-se, pela revisão e atividades de análise e de síntese, sistematizar um metaestudo que proporcione uma visão ampla do objeto de estudo. Soares e Maciel (2000, p. 9) destacam a relevância desse tipo de pesquisa, indicando ser:

necessária no processo de evolução da ciência, a fim de que se ordene periodicamente o conjunto de informações e resultados já obtidos, ordenação que permita a indicação das possibilidades de integração de diferentes perspectivas, aparentemente autônomas, a identificação de duplicações ou contradições e a determinação de lacunas ou vieses.

Nessa direção, buscou-se analisar, por uma revisão sistemática, as práticas de elaboração, formulação e proposição de problemas a partir da produção científica

brasileira, dissertações e teses, que as tenham como objeto de pesquisa em atividades educativas desenvolvidas, a fim de retratar novas compreensões acerca do objeto de estudo. Para orientar a revisão, elaborou-se um protocolo, apresentado no Quadro 1.

Quadro 1: Protocolo de revisão sistemática

Problemática de estudo	Como são realizadas as práticas educativas que envolvem os estudantes em criar, elaborar, formular, propor problemas? Quais concepções de elaboração/formulação/proposição de problemas podem ser identificadas nas práticas investigadas pela comunidade científica?
Equações da pesquisa	Foram utilizadas expressões de busca em diferentes bases de pesquisa na internet: proposição de problemas; formulação de problemas; elaboração de problemas.
Âmbito da pesquisa	Foram pesquisadas teses e dissertações em portais de busca nacionais (Banco de Teses e Dissertações da Capes; Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações — BDTD).
CrITÉRIOS de inclusão	Foram incluídas publicações de 2002 ² a 2021 (que estivessem disponíveis no âmbito investigado) e que têm como objeto de pesquisa uma prática educativa que trata da criação de problemas pelos estudantes.
CrITÉRIOS de exclusão	Foram excluídos trabalhos cujos contextos investigados estão fora do escopo temático pretendido, bem como aqueles que tratam da proposição/elaboração/formulação no contexto da formação inicial e continuada de professores.
Resultados e tratamento de dados	Com as pesquisas selecionadas para o estudo, foram organizados os dados a partir de um roteiro de leitura.

Fonte: Adaptado de Ramos, Faria e Faria (2014)

O levantamento bibliográfico de teses e dissertações no Banco de Teses e Dissertações da Capes e na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações resultou, inicial e respectivamente, em 90 e 317 produções a serem investigadas. Em seguida, com base no protocolo de revisão (Quadro 1) e, especialmente após aplicados os critérios de exclusão, resultaram 24 produções (Apêndice).

As dissertações e teses foram agrupadas em duas categorias definidas *a priori*: (1) as que tinham a elaboração/formulação/proposição pelos estudantes como objetivo de estudo da pesquisa, incluindo aquelas em que este não era o objeto principal de investigação, mas que o colocavam como parte importante do foco da pesquisa; e (2) as que não tinham a elaboração/formulação/proposição de problemas como objeto de estudo, mas que a utilizam como uma das atividades desenvolvidas visando um objetivo específico de pesquisa.

² Essa data de início foi escolhida, pois foi o ano de lançamento da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações.

A revisão sistemática implicou em filtrar, analisar e descrever rigorosamente os resultados. A análise de cada trabalho foi orientada por um roteiro de leitura no qual constou:

- identificação da pesquisa (referência),
- objetivo da pesquisa,
- referencial teórico relacionado com a elaboração/formulação/proposição de problemas,
- resumo dos dados que permitissem identificar as práticas educativas envolvendo a criação de problemas pelos estudantes:
 - termo utilizado e sua definição/entendimento,
 - ponto de partida para a geração dos problemas,
 - sujeitos envolvidos,
 - postura pedagógica/metodologia de ensino adotada,
 - dinâmica de resolução dos problemas (se houve),
 - análise, resultados e avanços verificados.

Assim, a partir do *corpus* de análise definido e tendo sido inventariadas as pesquisas, iniciou-se uma releitura e geração de dados, sistematizando unidades de significado. Critérios *à posteriori* emergiram das análises, a partir do roteiro de leitura delineado para explorar a atividade de criação de problemas nas práticas educativas.

Desse modo, passou-se à análise dos dados que implica em criar “espaços de reconstrução, envolvendo-se nisto diversificados elementos, especialmente a compreensão dos modos de produção da ciência e reconstruções de significados dos fenômenos investigados” (MORAES e GALIAZZI, 2006, p. 118).

Nessa direção, a análise avança do empírico para a abstração teórica, produzindo um metaestudo, para responder à problemática pretendida. No caso da presente pesquisa, o metaestudo analisa criticamente quais as diferentes práticas educativas que envolvem a atividade de criação de problemas pelos estudantes. Os resultados são registrados em um metatexto, indicando, inclusive, lacunas que ainda podem ser preenchidas com novas pesquisas, conforme apresentado a seguir.

4 Práticas educativas envolvendo a criação de problemas matemáticos pelos estudantes

Para retratar como são realizadas as práticas educativas que tratam da criação de problemas matemáticos, pelos estudantes, inicialmente apresentamos um retrato das 24 pesquisas brasileiras que constituíram o *corpus* de análise. Na sequência, discutimos o significado dos termos utilizados: formulação, elaboração, proposição. Então, realizamos uma análise crítica dos reflexos dessas práticas nos contextos de ensino.

4.1 Retrato das pesquisas

Inicialmente, identificamos em que período se concentraram as pesquisas que envolvem criação, pelos estudantes, de problemas matemáticos. O Gráfico 1 apresenta a distribuição histórica da produção analisada neste estudo.

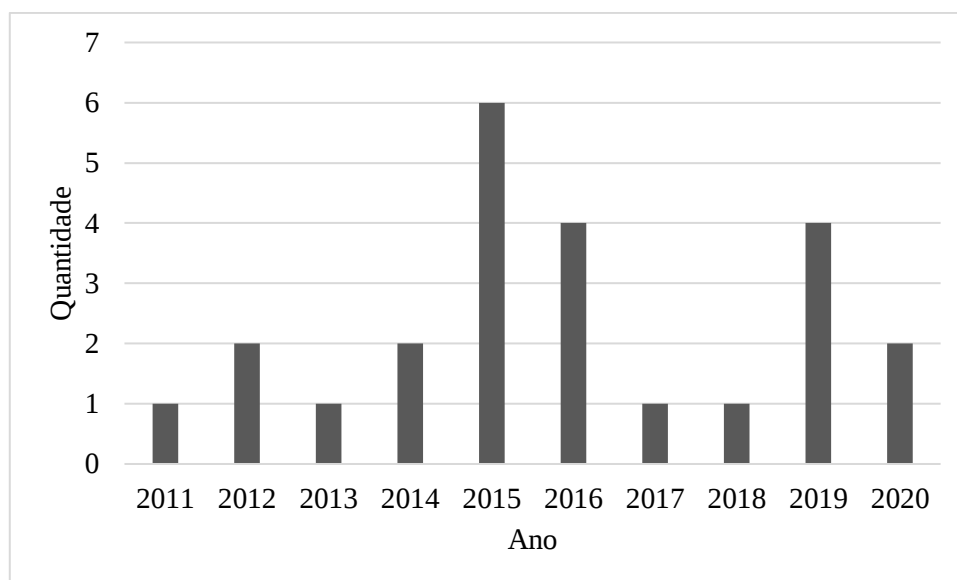


Gráfico 1: Período em que as pesquisas foram publicadas (Elaboração das Autoras)

Analisando a linha do tempo dessas produções brasileiras, de 2014 para 2015 percebe-se um aumento na utilização da criação de problemas; vale registrar o fato de que em 2015 a primeira versão da Base Nacional Comum Curricular é disponibilizada e encaminhada para discussão nas escolas. De 2018 para 2019 também se verifica um aumento expressivo do número de produções, sendo que 2018 foi o ano da homologação final da BNCC. Nela já constava a formulação/elaboração na maior parte das habilidades relativas à resolução de problemas enunciadas no documento. Apesar de as pesquisas não indicarem relação com esse contexto, consideramos que é uma correlação de natureza cronológica/histórica importante a ser destacada.

Das 24 pesquisas inventariadas, 19 constituem estudos cujo objetivo envolvia, pelo menos em parte, a criação de problemas pelos estudantes. O Quadro 2 apresenta os objetivos gerais dessas pesquisas, bem como os sujeitos/etapa de ensino envolvidos na elaboração dos problemas e o ano de publicação.

Quadro 2: Pesquisas com foco (pelo menos em parte) na criação de problemas pelos estudantes

Objetivo	Sujeitos/etapa de ensino	Ano
Dentre os objetivos elencados há um que indica: Relatar a prática docente com formulação e resolução de problemas, realizada ao longo da Matilda.	Estudantes de 5ª e 6ª série do Ensino Fundamental em um projeto extracurricular.	2011
Objetivos específicos são apresentados a partir da pergunta: Que possibilidades de aprendizagem matemática ocorrem em uma turma de 3º ano de ensino médio, com quatro alunos com deficiência visual quando se incorpora uma prática de resolução e elaboração de problemas e incentiva-se interação entre os alunos?	Estudantes do 3º ano do Ensino Médio.	2012
Investigar como a produção de problemas multiplicativos por alunos do 4º ano do Ensino Fundamental pode favorecer o avanço da aprendizagem na resolução de problemas envolvendo a multiplicação.	Estudantes do 4º ano do Ensino Fundamental.	2014
Investigar que tipos de estratégias orais e escritas transparecem em uma aula em que foi utilizada a metodologia de Ensino-Aprendizagem de Matemática via resolução de problemas, no caso específico do estudo de generalização de padrões.	Estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental.	2014
Analisar como o futuro professor de Matemática formula e resolve problemas matemáticos com o conteúdo Cálculo de volumes a partir do aplicativo Geogebra 3D, explorando os significados formal e referencial.	Acadêmicos do curso de Matemática.	2015
Investigar a influência de práticas de leitura e de escrita como facilitadoras nos processos de compreensão, interpretação e resolução de problemas matemáticos.	Estudantes 8º ano do Ensino Fundamental.	2015
Analisar e explorar a formulação e a resolução de problemas matemáticos a partir de projetos interdisciplinares.	Estudantes do 3º ano do Ensino Médio.	2015
Apresentar uma proposta para resolução de problemas em matemática a partir da concepção de que a formulação do problema pelo aluno pode ajudá-lo a entender e a resolver outros problemas matemáticos que encontrar em sua trajetória acadêmica.	Estudantes do Ensino Médio.	2015
Investigar as potencialidades e o processo de ensino-aprendizagem via resolução, exploração e proposição de problemas com ideias/significados e propriedades da multiplicação e divisão por alunos de uma turma do 5º ano do Ensino Fundamental	Estudantes 5º ano do Ensino Fundamental.	2016
Analisar como uma abordagem em sala de aula via Resolução, Exploração e Proposição de problemas pode contribuir/potencializar com o ensino-aprendizagem de Análise Combinatória.	Estudantes do 2º ano do Ensino Médio.	2016
Analisar o processo de formulação e resolução de problemas	Estudantes do 3º ano do	2016

geométricos por alunos do 3º Ano do Ensino Médio de uma escola pública de Campina Grande-PB, com base em atividades com materiais manipulativos.	Ensino Médio.	
Investigar contribuições de atividades pautadas na elaboração de problemas para o ensino de conceitos de multiplicação e divisão nos anos iniciais do ensino fundamental.	Estudantes do 5º do Ensino Fundamental	2017
Desenvolver e avaliar uma proposta de ensino de Matemática Básica a partir da identificação, formulação e resolução de problemas.	Estudantes do Ensino Médio Inovador.	2018
Analisar as contribuições da Resolução, Exploração e Proposição de problemas ao processo de ensino e aprendizagem da combinatória nos anos iniciais do ensino fundamental.	Estudantes 5º ano do Ensino Fundamental.	2019
Investigar quais aspectos de criatividade emergem quando alunos de um quarto e de um sétimo anos do Ensino Fundamental elaboram seus problemas de Matemática sem a interferência direta do professor.	Estudantes do 4º e do 7º ano do Ensino Fundamental	2019
Analisar as contribuições da Resolução e Formulação de Problemas como metodologia de ensino de cálculo algébrico para alunos do Ensino Fundamental.	Estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental.	2019
Dissertação <i>multipaper</i> que tem em uma das produções como objetivo: analisar a criatividade em matemática a partir da estratégia de formulação de problemas.	Estudantes dos Anos Finais do Ensino Fundamental.	2019
Analisar o processo de aprendizagem de Lógica Proposicional em um ambiente de desenvolvimento de jogos educacionais digitais em um contexto de Formulação de Problemas, voltado ao Ensino Superior tecnológico.	Estudantes do 4º semestre do curso de Tecnologia em Jogos Digitais.	2020
Investigar a aprendizagem Matemática de estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental de uma Escola Comunitária Rural através da Elaboração e Resolução de Problemas.	Estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental.	2020

Fonte: Acervo da Pesquisa

Todos os estudos, indicados no Quadro 2, analisaram a aprendizagem dos estudantes sobre um determinado conteúdo ou sobre os conteúdos que emergiram a partir dos problemas elaborados, ou analisaram o desenvolvimento da criatividade. Apesar de terem a criação de problemas pelos estudantes como objeto importante do estudo realizado, apenas 12 deles apresentam uma discussão teórica mais ampla e/ou robusta dessa temática; outras 4 apresentam brevemente alguma discussão e as 3 restantes não apresentam.

Além dessas pesquisas, outras 5 não tem como foco a criação de problemas pelos estudantes, mas a adotaram como objeto secundário no estudo desenvolvido. O Quadro 3 apresenta os objetivos gerais dessas pesquisas, bem como os sujeitos/etapa de ensino envolvidos na elaboração dos problemas e o ano de publicação.

Quadro 3: Pesquisas investigam alguma atividade de criação de problemas.

Objetivo	Sujeitos/etapa de ensino	Ano
Dois objetivos são indicados: (1) compreender as práticas pedagógicas que geram discursos produtores e mobilizadores de conhecimentos e saberes nas aulas de matemática da Educação de Jovens e Adultos (EJA); (2) identificar as contribuições trazidas para o processo de ensino da matemática.	Estudantes da Educação de Jovens e Adultos	2012
Desvelar quais compreensões os alunos do 8º ano do ensino fundamental de uma escola pública municipal têm sobre porcentagem, quando da resolução de problemas triparticionados.	Estudantes 8º ano do Ensino Fundamental.	2013
Analisar as relações entre a percepção do clima para criatividade nas aulas de Matemática de alunos do 5º ano do ensino fundamental, o desempenho desses alunos em Matemática e em teste de criatividade em Matemática	Estudantes 5º ano do Ensino Fundamental.	2015
Analisar e aperfeiçoar uma metodologia problematizadora baseada na resolução, exploração e proposição de problemas, associada ao uso de um software educacional para o desenvolvimento de estratégias de resolução de problemas pelos alunos no estudo de funções.	Estudantes do 1º ano do Ensino Médio.	2015
Investigar a construção de Cyberproblemas como processo educativo que envolve o ensino e a aprendizagem de matemática em com-junto às TD.	Estudantes 6º ano do Ensino Fundamental.	2016

Fonte: Acervo da Pesquisa

Das pesquisas identificadas no Quadro 3, apenas uma apresenta abordagem teórica mais densa que trata da criação de problemas pelos estudantes, porém com foco em referenciais internacionais que tratam da avaliação da criatividade; e duas apresentam brevemente alguma discussão teórica.

Em termos mais gerais, os dados indicam que 6 das 24 pesquisas analisadas foram desenvolvidas com estudantes dos Anos Iniciais, 7 nos Anos Finais, 1 em projeto que envolve Anos Iniciais e Finais, e 7 no Ensino Médio, representando contribuição quantitativa distribuída de forma equilibrada entre essas etapas de escolarização. Ainda, 2 foram desenvolvidas com estudantes do Ensino Superior e 1 na Educação de Jovens e Adultos. Dentre essas pesquisas, que correspondem a 21 dissertações e 3 teses, naquelas que apresentam fundamentação teórica, os textos priorizam, com maior frequência, justificar a atividade de criação de problemas pelos estudantes, especialmente no que se refere ao desenvolvimento da criatividade. Porém, a discussão sobre as diferentes abordagens didáticas que envolvem ou envolveram essa prática educativa é pouco explorada.

O referencial teórico adotado pelos autores das dissertações e teses analisadas envolve estudos internacionais (BOAVIDA *et al*, 2008; BONOTTO, 2013; BROWN e

WALTER, 1993; ENGLISH, 1997, 1998; HARPEN e SIRINAMAN, 2013; RAMIREZ, 2006; SILVER, 1994); STOYANOVA e ELLERTON, 1996) e, no que tange à produção brasileira, são citados com mais frequência os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998), Andrade (1998, 2017), Chica (2001), Dante (2011) e Gontijo (2006, 2007). Desses referenciais, Chica (2001) e Boavida *et al.* (2008) indicam possíveis pontos de partida para desenvolver práticas pedagógicas relacionadas com a criação de problemas pelos estudantes, porém sem desenvolver uma abordagem mais ampla acerca do contexto metodológico.

4.2 Elaboração/formulação/proposição de problemas

Em relação à definição ou ao entendimento assumido para os termos utilizados ao indicar a criação de problemas pelos estudantes, dos 24 trabalhos analisados, encontramos 10 que apresentam algum indicativo.

Neste caso, verificamos que as definições são baseadas em pesquisas internacionais. Dois trabalhos citam English (1997), cujo entendimento é baseado na proposta de Silver (1994, p. 19): “A *proposição* de problemas se refere tanto à geração de novos problemas quanto à reformulação de determinados problemas”. Essa definição também é utilizada em outros dois trabalhos. Teixeira (2019) a apresenta e completa indicando que “nesta pesquisa utilizou-se o termo *formulação* de problemas entendido como a criação de situações a partir de vivências e experiências dos estudantes e/ou por algum tipo de estímulo (p. 142).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998) são citados por Furlan (2011) para registrar que o autor considera a *formulação* de problemas como atividade em que os estudantes criam problemas.

Carvalho (2015, p. 70, grifo nosso) expressa seu entendimento indicando que utiliza o termo *elaboração* de problemas para se referir “à atividade em que o indivíduo reconheça problemas em questões que envolvam situações matemáticas e seja capaz de expressá-los de forma elaborada”.

Relacionando com a resolução de problemas, Altoé (2017, p. 57) considera que a formulação de problemas é uma “prática inserida na metodologia de Resolução de Problemas que oportuniza aos alunos (re)formularem problemas a partir de determinadas condições pré-determinadas ou problemas dados”.

Andreatta (2020) explicita que, na pesquisa que desenvolveu, assumiu a elaboração de problemas como a décima etapa da Metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas, na qual os estudantes criam problemas após a resolução de um problema gerador. Vale esclarecer que, na referida metodologia, problema gerador refere-se a um problema proposto como ponto de partida e orientação para a aprendizagem de novos conceitos e novos conteúdos matemáticos pelos estudantes (ALLEVATO e ONUCHIC, 2021).

Cabe destacar que nos trabalhos que utilizam como referencial principal o trabalho de Andrade (1998), desenvolvidos no âmbito da “metodologia da resolução, exploração e proposição de problemas”, os estudantes são colocados a criar problemas após a atividade de resolução de problemas, considerando que “na proposição de problemas os alunos empregam os conhecimentos já apreendidos, constroem novas experiências e desenvolvem a criatividade” (SILVA, 2016, p. 39).

Esses entendimentos e definições nortearam as práticas educativas desenvolvidas e retratadas nas pesquisas inventariadas para desenvolvimento do presente estudo. Na sequência, são analisadas as práticas educativas, que envolvem a criação de problemas pelos estudantes, retratadas nessas pesquisas.

4.3 Análise das práticas

Após análise dos aspectos teóricos que orientaram as pesquisas, foram analisadas as práticas educativas realizadas e descritas pelos autores nas dissertações e teses. Esta fase da investigação revelou diferentes pontos de partida das atividades de criação de problemas, com distintas finalidades educativas.

Em especial nas pesquisas que têm como finalidade avaliar o desenvolvimento da criatividade, é utilizada, com maior frequência, a apresentação de imagens aos estudantes, como as da Figura 1, em que é solicitado que criem problemas a partir da observação e discussão da tirinha.

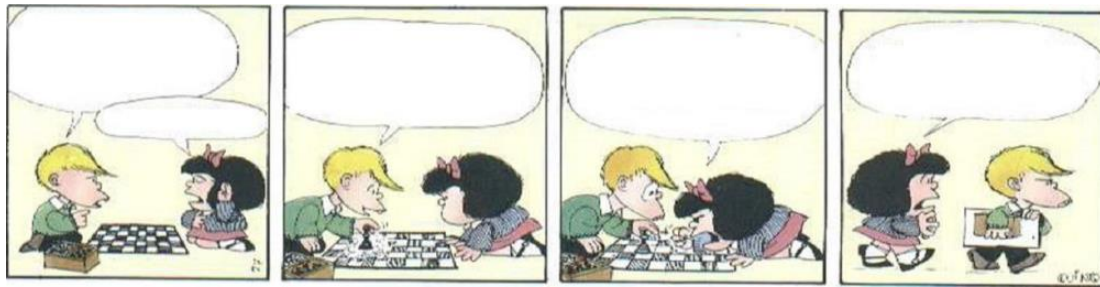


Figura 1: Tirinha como ponto de partida (TEIXEIRA, 2019, p. 145)

A Figura 1 apresenta um contexto bastante aberto, a partir do qual podem emergir problemas com os mais diversos conteúdos, inclusive problemas que não envolvem a Matemática.

Algumas imagens, entre as utilizadas nas pesquisas, remetem a contextos que habitualmente são mais sugestivos de situações matemáticas, como a da Figura 2.



Figura 2: Imagem de compra de pães (SILVA, 2014, p. 94)

A partir dela, estudantes do 4º ano do Ensino Fundamental criaram problemas relacionados com a compra de pães e que envolviam as operações fundamentais, usando tanto números inteiros quanto decimais; vários com números próximos daqueles utilizados na realidade e alguns sem conexões com a prática real da compra de pães. Esse tipo de imagem permite ao professor ter alguma previsibilidade, tanto do contexto que será utilizado quanto do conteúdo matemático abordado. Com a mesma intencionalidade, são utilizadas pelos pesquisadores imagens que incluem a apresentação de alguns dados numéricos, como as utilizadas em panfletos de supermercados e lojas.

Esse tipo de atividade de proposição de problemas se torna uma oportunidade de interpretação e análise crítica da realidade uma vez que:

- (1) os alunos têm que discernir dados significativos de dados irrelevantes; (2) eles devem descobrir as relações entre os dados; (3) devem decidir se as

informações que possuem são suficientes para resolver o problema; e (4) eles têm que investigar se os dados numéricos envolvidos são numericamente e/ou contextualmente coerentes. (BONOTTO, 2013, p. 40).

Além de imagens com esse caráter mais aberto, são utilizados filmes, poemas, letras de músicas e temas apresentados pelo professor — profissões, desperdício de água, entre outros — para, a partir deles, os estudantes criarem problemas.

Como ponto de partida com indicativo mais fechado em relação ao conteúdo matemático, tem-se propostas que envolvem: fornecer uma palavra que remete ao conteúdo — “vezes”, para a multiplicação; “mais”, para a adição —; indicar uma palavra/contexto (baralho, senha, fila) e/ou um conteúdo matemático (análise combinatória); apresentar uma operação ou uma expressão matemática a ser utilizada.

Nesse aspecto, Koichu (2020) e English (2020) salientam que atividades mais abertas, que permitem maior exploração da Matemática, levam à criação de problemas de melhor qualidade do que quando são fornecidos pontos de partida mais fechados — como uma expressão, uma frase ou um determinado número —, sendo atividades cognitivamente mais exigentes.

Nas pesquisas também verifica-se que algumas atividades de criação de problemas são propostas após o professor fornecer uma “direção”, como quando ele fornece orientações sobre como se formula e elabora um problema e depois os estudantes devem criar um problema seguindo aquelas orientações e considerando o conteúdo que estava sendo abordado em aula; ou quando, após desenvolver um conteúdo, é pedido que os estudantes criem problemas com base no conteúdo que foi explicado.

Algumas atividades envolvem, total ou parcialmente, a reformulação de problemas, entendida nas pesquisas como propostas que têm como ponto de partida: modificar o contexto/situação descrita em um determinado problema e manter o conteúdo matemático; continuar um problema a partir de um enunciado iniciado.

A Figura 3 mostra uma atividade que envolve a reformulação de um problema do qual apenas uma parte é fornecida, e no qual verifica-se que o professor induz os estudantes ao conteúdo a ser abordado.

Esses problemas são de multiplicação e estão incompletos. Vamos completá-los?

1º Pedro está vendendo 32 ingressos para um show. Cada ingresso custa 5 reais..._____

2º Na minha sala de aula cabe 9 cadeiras por fileira. Como só há espaço para 7 fileiras..._____

Figura 3: Atividade para continuar o problema (SILVA, 2014, p. 67)

Atividades como a apresentada na Figura 3 podem ser realizadas a partir de situações criadas pelo professor ou adaptadas de questões ou problemas retirados dos livros didáticos, excluindo as perguntas e pedindo que os estudantes as criem.

Nas pesquisas, outras atividades de reformulação envolvem: a partir de uma determinada pergunta criar um problema; a partir da resposta criar a(s) pergunta(s) do problema; criar problemas mais fáceis ou mais difíceis a partir de questões do livro didático.

Na Figura 4, tem-se atividades em que a pergunta é fornecida e os estudantes devem criar o enunciado.

Esses problemas precisam de um enunciado para que tenham sentido. Vamos criar essa parte que falta?

1º _____ . Quantas cadeiras cabem na sala de aula?

2º _____ . De quantas maneiras ele pode combinar suas camisas e bermudas de forma que forme conjuntos diferentes?

Figura 4: Atividade para criar um enunciado (SILVA, 2014, p. 70)

Na implementação da proposta da Figura 4, Silva (2014) contou que, como os estudantes estavam anteriormente envolvidos em atividades de criação de problemas que envolviam multiplicação, eles utilizaram esse mesmo conteúdo em suas criações.

Desse modo, vale reafirmar que nas atividades de reformulação, dependendo do tipo de informação que é fornecida, o professor pode ou não conseguir prever/supor o conteúdo matemático que será envolvido na criação e na resolução dos problemas.

Sintetizando essas possibilidades, a Figura 5 apresenta os diferentes pontos de partida para atividades de formulação de problemas, em que os pontos vermelhos representam situações de natureza mais aberta em relação ao conteúdo matemático, em azul as mais fechadas e em amarelo as atividades de reformulação de problemas.

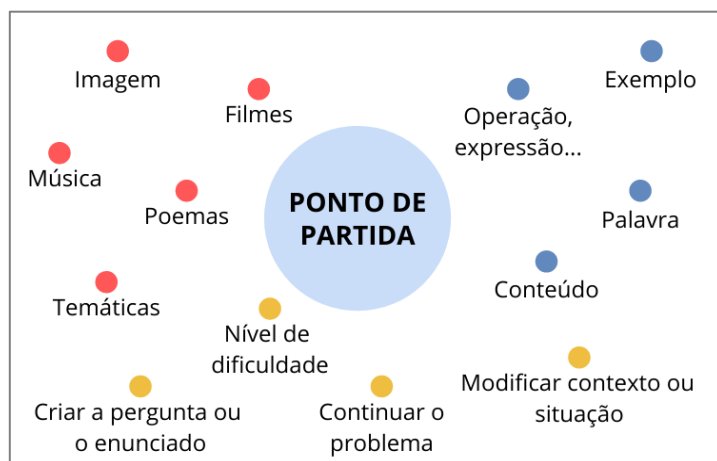


Figura 5: Diferentes pontos de partida para a criação de problemas (Elaboração das Autoras)

A síntese apresentada na Figura 5 reflete a classificação apresentada por Stoyanova e Ellerton (1996) para as atividades de proposição de problemas, como livre, semiestruturada e estruturada. Os autores denominam situações livres àquelas em que os estudantes criam um problema sem uma informação fornecida *a priori*, como quando escreverem uma carta contando como foram as aulas de Matemática na última semana, para um amigo que estava doente; ou quando elaboram um problema difícil para o amigo resolver. As situações semiestruturadas envolvem contextos fornecidos e os estudantes são convidados a explorar a estrutura e completá-la, como quando uma operação matemática é fornecida como ponto de partida para a criação dos problemas. E, finalmente, as estruturadas são baseadas em problemas existentes, com informações insuficientes ou com excesso de dados, que precisam ser reformulados, ou, ainda, na criação de problemas semelhantes a um problema conhecido.

Constatamos, ainda, a partir da análise das práticas relatadas nas pesquisas, que o possível conteúdo matemático envolvido na resolução dos problemas criados pelos estudantes não depende apenas do ponto de partida que é fornecido, em geral pelo professor, aos estudantes, mas, também, do trabalho realizado na(s) aula(s) anterior(es) à que a atividade de criação foi realizada. Porém, algumas atividades, independentemente do contexto anterior, permitem ao professor ter mais controle, maior previsibilidade, e supor qual será o conteúdo matemático abordado nos problemas criados pelos estudantes. Outras, especialmente se inseridas em contextos mais livres da influência do professor, não possibilitam prever qual conteúdo matemático será abordado.

A relação entre a previsão realizada pelos professores sobre as produções dos estudantes é aspecto importante de ser pesquisado uma vez que

uma melhor compreensão do pensamento matemático dos alunos ao propor problemas serviria para informar as escolhas instrucionais que os professores fazem ao ensinar com a proposição de problemas. Além disso, seria particularmente útil situar essa compreensão do pensamento matemático dos alunos no contexto das previsões de seus professores. Isso ocorre porque identificar possíveis alinhamentos ou desalinhamentos entre as previsões dos professores e o pensamento matemático real dos alunos pode indicar lugares produtivos para melhorar o ensino da proposição de problemas. (XU *et al.*, 2020, p. 2).

Verifica-se, ademais, nas práticas analisadas, que algumas atividades de criação de problemas requerem naturalmente que os estudantes resolvam o problema criado, ou seja, a resolução é desenvolvida sem que seja solicitada explicitamente. Isso ocorre, por exemplo, quando é fornecida uma resposta e se pede ao estudante que crie o enunciado ou a questão. Outras, como criar um problema que se relacione a uma imagem, em geral não requerem o processo de resolução.

Em relação ao processo de resolução, em que as atividades de criação de problemas tenham imagens como ponto de partida, como a indicada na Figura 1, algumas pesquisas, em especial aquelas que têm como objetivo analisar o desenvolvimento da criatividade, não mencionam se a resolução dos problemas criados ocorreu.

Dentre aquelas que relatam a resolução dos problemas criados pelos estudantes, tem-se a adoção de diferentes estratégias didáticas que determinam quem será o resolvidor: os problemas são criados e resolvidos pelos próprios criadores, individualmente ou em grupos, e as soluções apresentadas para a turma; outro estudante ou grupo de estudantes resolve o problema criado e toda a turma discute a resolução; alguns problemas criados pelos estudantes são sorteados ou indicados pelo professor para serem resolvidos pela turma; o professor compõe uma lista com os problemas elaborados pelos estudantes para serem resolvidos por todos durante a semana ou o mês; outra turma de alunos resolve os problemas criados e os devolve aos estudantes criadores para que melhorem a escrita, se necessário.

Nesse aspecto, os pesquisadores destacam que aliar a resolução à criação dos problemas possibilita tanto promover a aprendizagem de conteúdos matemáticos quanto incentivar os estudantes a criarem melhores problemas, seja em relação ao contexto ou à dificuldade concernente ao conteúdo matemático.

Em relação aos momentos da aula em que é inserida a atividade de criação de problemas, tem-se quatro situações: (a) após a resolução de um problema; (b) após o

professor explicar ou revisar um conteúdo; (c) no início da proposta pedagógica, a partir da qual se avança para a resolução de problemas; ou (d) como um fim em si mesma, quando não se avança a partir da ou para a resolução de problemas, ou não se relaciona com outros momentos da aula.

Essas situações configuram-se em função dos objetivos que se tem para a atividade de criação de problemas. Quando ela tem o intuito de promover o entendimento de um conteúdo, processo ou procedimento matemático que já tenha sido abordado anteriormente, a atividade se constitui como momento de retomada, ampliação, aprofundamento ou avaliação da aprendizagem. E, quando o intuito é analisar ou promover momentos para o desenvolvimento da criatividade, a criação de problemas, em algumas práticas relatadas nas pesquisas, se constitui com fim em si mesma.

Koichu e Kontorovich (2013) advertem que a proposição de problemas contribui para a aprendizagem da Matemática com maior eficiência quando os estudantes são envolvidos em atividades que tem finalidades, objetivos pedagógicos planejados pelos professores, e tem seu potencial reduzido quando restrita a exercícios de criação e problemas. Ou seja, se a atividade envolver apenas criar o problema, sem avançar para sua resolução ou para discussões de possibilidades de melhoria, ou de diferentes resoluções, por exemplo, a criação dos problemas perde parte do seu potencial para compreender dificuldades, avaliar ou avançar na aprendizagem da Matemática.

Cabe destacar, também, que as atividades de criação de problemas pesquisadas evidenciam como contribuição: o desenvolvimento da criatividade, da criticidade e da autonomia; aumento da confiança em relação à aprendizagem matemática; melhora na leitura e escrita matemáticas; percepção e compreensão das conexões entre diferentes conteúdos matemáticos; e melhora/ampliação da aprendizagem de um conteúdo matemático específico abordado anteriormente. Além disso, como os estudantes tendem utilizar elementos de sua realidade e de seu interesse na criação do problema, eles se envolvem com mais facilidade e naturalidade nas discussões e diálogos com os colegas. Essas contribuições também foram verificadas em diversos estudos internacionais sobre proposição de problemas (BONOTTO, 2013; CAI *et al.* 2013; CAI e HWANG, 2020; ZANG e CAI, 2021).

Como limitações tem-se: o tempo necessário à atividade de criação do problema, que, por vezes, configura um ciclo entre criação, aprimoramento e apresentação do

problema; a natureza e qualidade dos problemas criados, que nem sempre atendem ao conteúdo solicitado; o formato dos problemas, seguindo padrões de questões apresentadas em livros didáticos; e, ainda, nas situações mais livres, a elaboração de problemas relacionados apenas com as quatro operações fundamentais.

Nesse aspecto, Koichu e Kontorovich (2013, p. 81) ressaltam a importância de os estudantes passarem por diferentes estágios até constituírem o problema a ser apresentado, sendo que na fase inicial denominada por eles de “aquecimento”, “os proponentes do problema associavam espontaneamente a tarefa dada a tipos particulares de problemas prototípicos”. Assim, para que os estudantes avancem para além dos modelos habituais dos livros didáticos, ou relacionados com as habituais operações fundamentais, é necessário que se forneça tempo para o estudante formule, elabore, discuta, reformule e reelabore sua proposta inicial.

Nas pesquisas analisadas, não há discussão sobre como tratar pedagogicamente as situações em que os problemas elaborados não têm “boa qualidade”, no sentido de se mostrarem irrelevantes para a aprendizagem matemática, não matemáticos ou insolúveis. As pesquisas retratam que esse tipo de situação acontece, mas ainda é preciso avançar na compreensão de como utilizar esses problemas para avançar nos processos de ensino e de aprendizagem da Matemática, em geral, e da proposição e resolução de problemas, em particular. Alguns estudos internacionais (CAI e HWANG, 2020; KOICHU e KONTOROVICH, 2013) indicam que para melhorar a qualidade dos problemas propostos é preciso avançar da criação dos problemas para sua exploração, dando possibilidade que os estudantes discutam, resolvam e, então, tenham subsídios para reformular e rerepresentar os problemas com mais qualidade.

Por fim, verifica-se, nas práticas analisadas, que as atividades de criação de problemas têm potencial para que o ensino e a avaliação sejam realizados promovendo a equidade, em que os estudantes exploram suas próprias estruturas do conhecimento, reformulam relações existentes, constroem e propõem novas relações, ligando conhecimentos aparentemente não relacionados, e percebendo e estabelecendo conexões matemáticas também com o mundo real e com seus interesses.

5 Considerações finais

Este artigo apresenta um estudo de revisão sistemática que teve como objetivo

verificar e analisar como são realizadas as práticas educativas que tratam da criação de problemas matemáticos pelos estudantes, disseminadas na produção científica brasileira, particularmente em dissertações e teses.

Embora as prescrições curriculares e as pesquisas estejam evidenciando crescente interesse e explicitando incisivas recomendações para implementar a criação de problemas pelos estudantes como atividade integrada à Matemática escolar, em particular à resolução de problemas, nos diversos níveis de ensino, os estudos desenvolvidos ainda são de natureza bastante exploratória e evidenciam um estágio inicial dessa temática na compreensão e implementação das práticas e na investigação em Educação Matemática.

As pesquisas analisadas no presente estudo empregam uma variedade de abordagens para a atividade de criação de problemas, conforme tentamos explicitar neste artigo, examinando os problemas criados pelos estudantes: em relação ao enunciado, à estrutura, ao conteúdo, aos interesses pessoais incluídos no enunciado, à aprendizagem que pode ser construída, às habilidades que podem ser desenvolvidas. Várias possibilidades e ideias se apresentaram. Porém, por vezes, os dados sugerem que a atividade de criação de problemas não tem uma finalidade pedagógica clara e explícita, o objetivo sendo a formulação de problemas por si mesma, o que é um aspecto preocupante relevado neste estudo.

Ao mesmo tempo, constatamos que existem diferentes finalidades pedagógicas associadas à criação de problemas, com várias contribuições aos estudantes, porém não se percebe discussão significativa sobre as escolhas metodológicas associadas a essa atividade matemática em sala de aula.

Além disso, consideramos que as fundamentações teóricas que tratam da elaboração/formulação/proposição de problemas ainda, na sua maioria, se apresentam consideravelmente frágeis nessas pesquisas, no sentido da limitação na discussão de aspectos que incluam referências a estudos e pesquisadores com experiência e *expertise* consolidada no tema, dentro da Educação Matemática. Não se mostra, ainda, na produção brasileira, um corpo teórico amplo, com autores e estudos referenciais que permitam discutir a proposição de problemas detalhada, segura e profundamente, e orientar as práticas educativas e análises de dados de pesquisas relacionadas, evidenciando a necessidade de aprofundamento conceitual, não obstante a riqueza de possibilidades que se mostra nas práticas realizadas e registradas nas dissertações e teses do *corpus*.

Desse modo, este estudo pretendeu avançar, ao sistematizar as diferentes atividades de criação de problemas e suas implicações para o ensino e aprendizagem da Matemática, bem como considerar suas relações com a resolução de problemas. Fica em aberto descrever um caminho metodológico pelo qual se apresente modos de implementar uma prática de proposição de problemas em aulas, de forma produtiva para a aprendizagem e consistente em relação aos atuais objetivos da Matemática escolar.

Referências

ALLEVATO, Norma Suely Gomes. *Associando o computador à Resolução de Problemas fechados: análise de uma experiência*. 2005. 370f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) — Instituto de Geociência e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro.

ALLEVATO, Norma Suely Gomes. *Trabalhar através da Resolução de Problemas: possibilidades em dois diferentes contextos*. *Vidya*, Santa Maria, v. 34, n. 1, p. 209-232, jan./jun. 2014.

ALLEVATO, Norma Suely Gomes.; ONUCHIC, Lourdes de la Rosa. *As conexões trabalhadas através da Resolução de Problemas na formação inicial de professores de Matemática*. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 1-14, jun. 2019.

ALLEVATO, Norma Suely Gomes.; ONUCHIC, Lourdes de la Rosa. Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática: por que Através da Resolução de Problemas? In: ONUCHIC, Lourdes de la Rosa; ALLEVATO, Norma Suely Gomes; NOGUTI, Fabiane Cristina Höpner; JUSTULIN, Andresa Maria. (Org.). *Resolução de Problemas: teoria e prática*. 2 ed. Jundiaí: Paco, 2021, p. 40-62.

ANDRADE, Silvanio. *Ensino-aprendizagem de Matemática via resolução, exploração, codificação e decodificação de problemas e multicontextualidade da sala de aula*. 1998. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) — Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro.

ANDRADE, Silvanio. Um caminhar crítico reflexivo sobre resolução, exploração e proposição de problemas matemáticos no cotidiano da sala de aula. In: ONUCHIC, Lourdes de la Rosa; LEAL JUNIOR, Luiz Carlos; PIRONEL, Marcio (Org.). *Perspectivas para resolução de problemas*. São Paulo: Livraria da Física, 2017, p. 355-395.

ANDREATTA, Cidimar; ALLEVATO, Norma Suely Gomes. *Aprendizagem matemática através da elaboração de problemas em uma escola comunitária rural*. *Educação Matemática Debate*, Montes Claros, v. 4, n. 10, p. 1-23, 2020.

BICALHO, Jossara Bazílio de Souza; ALLEVATO, Norma Suely Gomes; SILVA, José Fernandes da. *A Resolução de Problemas na formação inicial: compreensões de futuros professores de Matemática*. *Educação Matemática Debate*, Montes Claros, v. 4, n. 10, p.

1-26, 2020.

BOAVIDA, Ana Maria Roque; PAIVA, Ana Luísa; CEBOLA, Graça; VALE, Isabel; PIMENTEL, Teresa. *A experiência Matemática no Ensino Básico*. Programa de Formação Contínua em Matemática para Professores dos 1º e 2º Ciclos do Ensino Básico. Lisboa: Ministério da Educação; Direcção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular, 2008.

BONOTTO, Cinzia. *Artifacts as sources for problem-posing activities*. *Educational Studies in Mathematics*, New York, v. 83, n.1, p. 37-55, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Base Nacional Comum Curricular: Educação Infantil e Ensino Fundamental*. Brasília: MEC/SEB, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos do Ensino Fundamental — Matemática*. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BROWN, Stephen I.; WALTER, Marion I. *Problem posing: reflections and applications*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, 1993.

CAI, Jinfa; HWANG, Stephen. *Learning to teach through mathematical problem posing: theoretical considerations, methodology, and directions for future research*. *International Journal of Educational Research*, v. 102, p. 1-8, 2020.

CAI, Jinfa; LESTER, Frank. *Por que o ensino com Resolução de Problemas é importante para a aprendizagem do aluno?* Tradução de Antonio Sergio Abrahão Monteiro Bastos e Norma Suely Gomes Allevato. *Boletim GEPEM*, Rio de Janeiro, n. 60, p. 241-254, jan./jun. 2012.

CAI, Jinfa; MOYER, John C.; WANG, Ning; HWANG, Stephen; NIE, Bikai; GARBER, Tammy. *Mathematical problem posing as a measure of curricular effect on students' learning*. *Educational Studies in Mathematics*, New York, v. 83, n. 1, p. 57-69, 2013.

CHICA, Cristiane. Por que formular problemas? In: SMOLE, Katia Cristina Stocco; DINIZ, Maria Ignez de Souza Vieira. (Org.). *Ler, escrever e resolver problemas: habilidades básicas para aprender Matemática*. Porto Alegre: Artmed, 2001, p. 151-173.

DANTE, Luiz Roberto. *Formulação e resolução de problemas de Matemática: teoria e prática*. São Paulo: Ática, 2011.

DUARTE, Edna Mataruco; ALLEVATO, Norma Suely Gomes. *Formulação de Problemas no desenvolvimento de um Jogo Educacional Digital de Matemática*. *Revista de Educação Matemática*, São Paulo, v. 17, p. 20-28, mai. 2020.

ENGLISH, Lyn. D. *Children's problem posing within formal and informal context*. *Journal for Research in Mathematics Education*, v. 29, n. 1, p. 83-107, 1998.

ENGLISH, Lyn. D. *Teaching and learning through mathematical problem posing: commentary*. *International Journal of Educational Research*, v. 102, p. 1-5, 2020.

ENGLISH, Lyn. D. [The development of fifth-grade children's problem-posing abilities](#). *Educational Studies in Mathematics*, New York, v. 34, p. 183-217, 1997.

FERNANDES, Dioneu Luiz; POSSAMAI, Janaína Poffo. [Resolução de Problemas: uma proposta para o ensino de Geometria Espacial](#). *Educação Matemática em Revista – RS*, Rio Grande, v. 22, n. 1, p. 153-163, 2021.

GETZELS, Jacob W. [Problem finding: a theoretical note](#). *Cognitive Science*, v. 3, n. 2, p. 167-172, apr./jun. 1979.

GONTIJO, Cleyton. [Estratégias para o desenvolvimento da criatividade em Matemática](#). *Linhas Críticas*, Brasília, v. 12, n. 23, jul./dez. 2006.

GONTIJO, Cleyton. [Relações entre criatividade, criatividade em Matemática e motivação em Matemática de alunos do Ensino Médio](#). 2007. 194f. Tese (Doutorado em Psicologia) — Instituto de Psicologia. Universidade de Brasília. Brasília.

HARPEN, Xianwei Y. Van; SRIRAMAN, Bharath. [Creativity and mathematical problem posing: an analysis of high school students' mathematical problem posing in China and the USA](#). *Educational Studies in Mathematics*, New York, v. 82, n. 2, p. 201-221, 2013.

KOICHU, Boris. [Problem posing in the context of teaching for advanced problem solving](#). *International Journal of Educational Research*, v. 102, p. 1-13, 2020.

KOICHU, Boris; KONTOROVICH, Igor. [Dissecting success stories on mathematical problem posing: a case of the Billiard Task](#). *Educational Studies in Mathematics*, New York, v. 83, n.1, p. 71-86, 2013.

LI, Xinlian; SONG, Naiqing; HWANG, Stephen; CAI, Jinfa. [Learning to teach mathematics through problem posing: teachers' beliefs and performance on problem posing](#). *Educational Studies in Mathematics*, New York, v. 105, p. 325-347, 2020.

MORAES, Roque.; GALIAZZI, Maria do Carmo. [Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces](#). *Ciência & Educação*, Bauru, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006.

ONUCHIC, Lourdes de La Rosa. Ensino-aprendizagem de Matemática através da Resolução de Problemas. In: BICUDO, Maria Aparecida Viggiani (Org.). *Pesquisa em Educação Matemática: concepções e perspectivas*. São Paulo: EdUnesp, 1999, p. 199-218.

POLYA, George. [O ensino por meio de Problemas](#). *Revista do Professor de Matemática*, Rio de Janeiro, n. 7, p. 11-16, 1985.

RAMIREZ, Miguel Cruz. [A mathematical problem-formulating strategy](#). *International Journal for Mathematics Teaching and Learning*, v. 7, p. 79-90, 2006.

RAMOS, Altina; FARIA, Paulo M; FARIA, Ádila. [Revisão sistemática de literatura: contributo à inovação na investigação em ciências da educação](#). *Diálogo Educacional*, Curitiba, v. 14, n. 41, p. 17-36, jan./abr. 2014.

SANTOS, Emily Vasconcelos; ANDRADE, Silvanio. [Resolução, exploração e proposição de problemas nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental: contribuições para o ensino e aprendizagem da combinatória](#). *Revista de Educação Matemática*, São Paulo, v. 17, p. 1-22, maio 2020.

SILVER, Edward A. [On mathematical problem posing](#). *For the Learning of Mathematics*, v. 14, n. 1, p. 19-28, feb. 1994.

SOARES, Magda; MACIEL, Francisca Izabel Pereira. (Org.). *Alfabetização*. Brasília, Brasil: MEC/INEP/COMPED, 2000.

STOYANOVA, Elena; ELLERTON, Nerida F. A framework for research into students' problem posing in school mathematics. In: CLARKSON, Philip C. (Ed.). *Technology in Mathematics Education*. Melbourne: Mathematics Education Research Group of Australasia [MERGA], 1996, p. 518-525.

XU, Binyan; CAI, Jinfa; LIU, Qimeng; HWANG, Stephen. [Teachers' predictions of students' mathematical thinking related to problem posing](#). *International Journal of Educational Research*, v. 102, p. 1-14, 2020.

ZHANG, Huirong; CAI, Jinfa. [Teaching mathematics through problem posing: insights from an analysis of teaching cases](#). *ZDM — Mathematics Education*, v. 53, p. 961-973, 2021.

APÊNDICE — REFERÊNCIAS DA REVISÃO SISTEMÁTICA

- ❖ Pesquisas que têm como foco, pelo menos em parte, a elaboração/formulação/proposição de problemas, pelos estudantes, em Matemática.

ALTOÉ, Renan Oliveira. [Formulação de problemas do campo conceitual multiplicativo no ensino fundamental: uma prática inserida na metodologia de resolução de problemas](#). 2017. 227f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Instituto Federal do Espírito Santo. Vitória.

ANDREATTA, Cidimar. [Aprendizagem matemática através da elaboração e resolução de problemas em uma escola comunitária rural](#). 2020. 203f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade Cruzeiro do Sul. São Paulo.

DESSOY, Ana Paula. [Resolução de Problemas: uma abordagem a partir de projetos interdisciplinares](#). 2015. 110f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas). Centro Universitário Univates. Lajeado.

DUARTE, Edna Mataruco. *O desenvolvimento de jogos educacionais digitais sob a perspectiva da Formulação de Problemas e a aprendizagem no Ensino Superior*. 2020. 244f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade Cruzeiro do Sul. São Paulo.

FEITOSA, Kleber Xavier. [Uma proposta didática de resolução de problemas na Matemática: escrever para entender, entender para resolver](#). 2015. 90f. Dissertação

(Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) — Instituto de Ciências Exatas. Universidade de Brasília, Brasília.

FONTEQUE, Viviane Bergamini. *A criatividade na formulação de problemas de alunos do Ensino Fundamental I e II: um olhar metodológico em sala de aula*. 2019. 101f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina.

FURLAN, Marlise. *MATIDA: tempo e espaço de atenção no olhar-experiência de uma professora*. 2011. 119f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) — Instituto de Matemática. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

LIMA, Louise dos Santos. *Ensino de Matemática através da Resolução de Problemas: investigando estratégias dos alunos do Ensino Fundamental*. 2014. 126f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) — Instituto de Matemática. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio De Janeiro.

MÜLLER, Ana Paula Krein. *Resolução de Problemas Matemáticos no Ensino Fundamental: possibilidades a partir da leitura e da escrita*. 2015. 148f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas). Centro Universitário Univates. Lajeado.

PALMEIRA, Cátia Aparecida. *Educação Matemática no Ensino Médio e a inclusão de alunos com deficiência visual*. 2012. 191f. Dissertação (Mestrado em Educação) — Centro de Educação. Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória.

PEREIRA, Wellton Cardoso. *A Matemática e o consumo consciente de água na escola: formulação e resolução de problemas no contexto do Projeto Agente Jovem*. 2018. 225f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) — Centro de Ciências e Tecnologia. Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande.

SANTOS, Emily de Vasconcelos. *Contribuições da Resolução, Exploração e Proposição de Problemas ao processo de ensino e aprendizagem da Combinatória nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental*. 2019. 228f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) — Centro de Ciências e Tecnologia. Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande.

SILVA, Janaína Cardoso da. *Explorando significados sobre cálculo de volumes por meio de formulação e resolução de problemas por futuros professores*. 2015. 178f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) — Centro de Ciências e Tecnologia. Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande.

SILVA, Josenir Rodrigues da. *A Produção de Problemas de Multiplicação pode ajudar na sua resolução?* 2014. 151f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática e Tecnológica) — Centro de Educação. Universidade Federal de Pernambuco. Recife.

SILVA, Sérgio Luis. *Problemas matemáticos com cálculos algébricos: da Resolução à Formulação no 8º ano do Ensino Fundamental*. 2019. 74f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) — Unidade Acadêmica Especial de Matemática e Tecnologia. Universidade Federal de Goiás. Catalão.

SILVA, Sheila Valéria Pereira da. *Ideias/significados da multiplicação e divisão: o*

processo de aprendizagem via Resolução, Exploração e Proposição de Problemas por alunos do 5º ano do Ensino Fundamental. 2016. 170 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) — Centro de Ciências e Tecnologia. Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande.

SILVEIRA, Adriano Alves da. *Análise Combinatória em sala de aula: uma proposta de ensino-aprendizagem via resolução, exploração e proposição de problemas*. 2016. 234f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) — Centro de Ciências e Tecnologia. Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande.

SOUZA, Samilly Alexandre de. *A formulação e resolução de problemas geométricos com base em sólidos geométricos*. 2016. 154f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) — Centro de Ciências e Tecnologia. Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande.

TEIXEIRA, Cristina de Jesus. *A Proposição de Problemas como estratégia de aprendizagem da Matemática: uma ênfase sobre efetividade, colaboração e criatividade*. 2019. 189f. Dissertação (Mestrado em Educação) — Faculdade de Educação. Universidade de Brasília, Brasília.

- ❖ Pesquisas que não têm como foco principal a elaboração/formulação/proposição de problemas pelos estudantes, em Matemática, mas a utilizam em alguma atividade, sendo analisada nas pesquisas.

CARVALHO, Alexandre Tolentino de. *Relações entre criatividade, desempenho escolar e clima para criatividade nas aulas de Matemática de estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental*. 2015. 133f. Dissertação (Mestrado em Educação) — Faculdade de Educação. Universidade de Brasília. Brasília.

GOMES, Adriana Aparecida Molina. *Aprender Matemática na Educação de Jovens e Adultos: a arte de sentir e dos sentidos*. 2017. 370f. Tese (Doutorado em Educação) — Faculdade de Educação. Universidade Estadual de Campinas. Campinas.

RÊGO, Luciana Moreira. *A construção de cyberproblemas: analisando a produção de conhecimento de estudantes do 6º ano acerca de aspectos da Educação Financeira*. 2016. 145f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) — Instituto de Matemática. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio De Janeiro.

SILVA, Veralúcia Severina da. *Proposição e Exploração de Problemas no cotidiano da sala de aula de Matemática*. 2015. 132f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) — Centro de Ciências e Tecnologia. Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande.

VIEIRA, Suelen Maggi Scheffer. *Registros semióticos em porcentagem: análise da produção de alunos na resolução de problemas triparticionados*. 2013. 205f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) — Centro de Ciências da Educação. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.