



Pesquisas brasileiras sobre proposição, elaboração e formulação de problemas de Matemática como campo de estudo

Brazilian research on proposing, elaborating and formulating problems of math as a field of study

Gilson Alves Ribeiro¹
Universidade Cruzeiro do Sul

Priscila Bernardo Martins²
Universidade Cruzeiro do Sul

Norma Suely Gomes Allevato³
Universidade Cruzeiro do Sul

RESUMO

O presente artigo tem por objetivo apresentar um balanço e análises de pesquisas produzidas no período de 2017 a 2022 que têm como foco de estudo a Proposição, Elaboração, Exploração e Formulação de Problemas de Matemática. O referido estudo incorpora uma abordagem de natureza qualitativa e tem caráter bibliográfico. Para coleta dos dados recorreu-se ao Banco de Dissertações e Teses da CAPES. Como resultados obtidos, as pesquisas mostram possibilidades de potencialidades para o processo de produção de conhecimento a partir da proposição de problemas pelos estudantes, dentre os quais podemos destacar que a proposição de problemas fomenta a criatividade, autonomia, flexibilidade, comunicação, originalidade e desenvolvimento do pensamento e raciocínio matemático. E há limitações relacionadas à matemática envolvida nos problemas criados e à falta de conhecimento dos professores para sua efetiva implementação em sala de aula.

Palavras-chave: Proposição de Problemas; Mapeamento; Educação Matemática.

¹ Mestrando em Ensino de Ciências pela Universidade Cruzeiro do Sul (UNICSUL). Professor dos Anos Finais do Ensino Fundamental na Escola Estadual Professor Miguel Reale, Diadema, São Paulo, Brasil. Endereço para correspondência: Rua Açucena, 385, Inamar, Diadema, São Paulo, Brasil, CEP: 09973-005. ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-7000-4109>. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8075340501399099>. E-mail: gilsonalvesribeiro@gmail.com.

² Doutora em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Cruzeiro do Sul (UNICSUL). Professora da Pós-Graduação em Ensino de Ciências e em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Cruzeiro do Sul (UNICSUL), São Paulo, São Paulo, Brasil. Endereço para correspondência: Rua Galvão Bueno, 868, Liberdade, São Paulo, São Paulo, Brasil, CEP: 01506-000. ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-6482-4031>. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3321555908656374>. E-mail: priscila.bmartins@gmail.com.

³ Doutora em Educação Matemática pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP). Professora da Pós-Graduação em Ensino de Ciências e em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Cruzeiro do Sul (UNICSUL), São Paulo, São Paulo, Brasil. Endereço para correspondência: Rua Galvão Bueno, 868, Liberdade, São Paulo, São Paulo, Brasil, CEP: 01506-000. ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-6892-606X>. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9614794595123496>. E-mail: autor@mail.com.

ABSTRACT

This article aims to present a review and analysis of research produced in the period from 2017 to 2022 that focus on the Proposition, Elaboration, Exploration and Formulation of Math Problems. This study incorporates a qualitative approach and has bibliographic character. To collect data, we used the CAPES Dissertations and Theses Bank. As results obtained, the research shows possibilities of potential for the process of production of knowledge from the proposition of problems by students, among which we can highlight that proposing problems encourages creativity, autonomy, flexibility, communication, originality and development of mathematical thinking and reasoning. And there are limitations related to mathematics involved in the problems created and the teachers' lack of knowledge for their effective implementation in the classroom.

Keywords: Propose Problems; Mapping; Mathematics education.

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A proposição de problemas é um importante campo de estudo e um processo matemático que permite que os estudantes explorem e desenvolvam suas habilidades matemáticas, ao mesmo tempo em que desenvolvem suas capacidades de pensar criticamente, ao propor problemas para resolver desde os mais simples até os mais complexos.

Desse modo, propor, elaborar e formular problemas são atividades que podem ser feitas tanto por estudantes quanto por professores, entretanto, incorporar de forma significativa esta abordagem ainda é um desafio para a maioria dos professores, isso porque, alguns problemas com enunciados não são suficientemente desafiadores para os estudantes, transformando esta atividade, que deveria estimular o pensamento crítico, raciocínio lógico e trabalho em equipe, em uma simples repetição de exercícios. A proposição de problemas deve proporcionar “desafios intelectuais que podem melhorar o desenvolvimento matemático dos alunos.” (Cai; Lester, 2010 p. 1, tradução nossa).

Para Cai e Lester (2010), estas atividades devem promover a compreensão conceitual dos estudantes, o raciocínio e a comunicação matemática. Neste sentido, um problema pode ser entendido como “um projeto, uma questão, uma tarefa” em que o estudante não conhece um procedimento de resolução que permita encontrar a solução imediatamente, conectando seu repertório de conhecimentos prévios com aquilo que ainda se busca aprender.

Para Andrade (2011, p. 2) um problema “deve exigir, da parte do aluno, a realização de um trabalho não-repetitivo, não rotineiro”, a fim de despertar sua curiosidade e interesse, introduzindo os alunos ao trabalho efetivamente. Todavia, para que um problema seja relevante para o ensino e aprendizagem de matemática ele precisa considerar, pelo menos, quatro

critérios: envolver matemática de forma útil e importante; exigir altos níveis de pensamento; contribuir para o desenvolvimento conceitual dos alunos e criar oportunidades para que os professores possam avaliar se os alunos estão aprendendo e, caso não estejam, identificar onde estão enfrentando dificuldades. Assim, os professores agem como facilitadores que selecionam e desenvolvem atividades que favoreçam o domínio e entendimento dos procedimentos utilizados para a resolução dos problemas, raciocínio e comunicação matemática (Cai; Lester, 2010).

Neste sentido, para que a proposição e resolução de um problema seja desenvolvida de forma satisfatória é preciso que haja um movimento da relação entre Problema-Trabalho-Reflexões e Síntese (P-T-RS), um caminho que deve ser trilhado em conjunto com o professor. Esta relação é parte do processo de exploração de problemas, que proporciona aos alunos a experiência de extrapolar os limites postos, mostrando a eles que existem várias maneiras de resolver um mesmo problema. Este processo de estímulo à análise crítica auxilia o aluno a codificar e decodificar o problema, possibilitando sua resolução por meio dos procedimentos matemáticos que estão sendo aprendidos (Andrade, 2011).

Assim, a aprendizagem ocorre durante “processo de tentar resolver problemas, nos quais conceitos e habilidades matemáticas relevantes estão incorporados” (Cai; Lester, 2010 p. 3, tradução nossa). Durante este processo os alunos podem usar qualquer procedimento que julguem necessário, usando conhecimentos já aprendidos ou em processo de aprendizagem, sempre justificando os conceitos empregados para o professor ou para o grupo, de forma que consigam verbalizar e esclarecer suas ideias, incluindo diferentes pontos de vista para o conteúdo que estão aprendendo. Este caminho de ensino-aprendizagem proporciona aos estudantes uma experiência desafiadora e complexa, mas também prazerosa e estimulante.

Posto isto, pretendemos neste texto, identificar e analisar pesquisas produzidas no período de 2017 a 2022 que têm como foco de estudo a *Proposição, Elaboração, Exploração e Formulação de Problemas de Matemática*. A seguir, apresentamos o nosso percurso metodológico, com vista a atender o objetivo previsto.

DESIGN METODOLÓGICO

O referido estudo incorpora uma abordagem de natureza qualitativa, de caráter bibliográfico, seguindo a tipologia Estado do Conhecimento, visando expressar os principais resultados e considerações do conhecimento que foi produzido no campo de estudo em questão.

O Estado do conhecimento tem o propósito de produzir um balanço das pesquisas sobre uma determinada temática, em um período estabelecido. Não se trata de uma revisão de literatura, mas, sim, numa tentativa de indicar tendências temáticas e compreensões que carecem de estudos mais aprofundados, mostrando convergências e divergências a partir de pesquisas no âmbito de teses e dissertações (Ferreira, 2002).

Para a Ferreira (2002, p. 257), trata-se de uma metodologia de natureza bibliográfica, que busca:

mapear e de discutir certa produção acadêmica em diferentes campos do conhecimento, tentando responder que aspectos e dimensões vêm sendo destacados e privilegiados em diferentes épocas e lugares, de que formas e em que condições têm sido produzidas certas dissertações de mestrado, teses de doutorado, publicações em periódicos e comunicações em anais de congressos e de seminários.

Frente ao exposto, sustentados pelo desafio de responder o objetivo proposto, nos propusemos a mapear as produções acadêmicas no Banco de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), isso porque reconhecemos ser uma base de referência, que congrega em seu catálogo, a relação e arquivos (posteriores a Plataforma Sucupira) de dissertações e teses que foram defendidas no âmbito dos programas de Pós-Graduação Stricto Sensu, desde 1987.

Assim, tendo o propósito de delimitar as pesquisas que fariam parte do nosso corpus, fizemos uma busca inicial no portal da CAPES. Reconhecendo que o portal apresenta alguns desafios, utilizamos uma variedade de recortes e elencamos inicialmente os seguintes descritores: elaboração de problemas, proposição de problemas, formulação de problemas.

Nessa busca, obtivemos, em todos os descritores, um número elevado de pesquisas e, num primeiro olhar, identificamos pelo título, algumas que estavam completamente fora do objetivo proposto. Desse modo sentimos a necessidade de refinar os resultados e aplicamos alguns filtros, tais como, o período e por nome do Programa.

A opção pelo nome do Programa se justifica pela possibilidade de buscar pesquisas correlatas ao nosso contexto. Desse modo, inserimos as opções que estivessem relacionadas ao Ensino e Educação Matemática. Já a opção pelo período de 2017 a 2022, se justifica devido a publicação da Base Nacional Comum Curricular - BNCC (Brasil, 2017), em que se fortaleceu a associação desses processos matemáticos, isso porque nas habilidades já apareciam juntos os verbos "resolver e elaborar" problemas.

Com a inserção dos filtros, os resultados foram muito próximos, a busca gerou para cada um dos filtros, em torno de 5.200 pesquisas. Diante disso, num primeiro momento, olhamos incansavelmente, em cada um dos filtros, os títulos das pesquisas. Justificamos a opção inicial pelo título fundamentados em Ferreira (2002). A pesquisadora enfatiza que os títulos informam ao leitor a existência de tal pesquisa e comumente anunciam a informação principal da pesquisa ou indicam aspectos que caracterizam o seu conteúdo.

Movidos por essa premissa, separamos algumas pesquisas e descartamos aquelas que não tivessem em conformidade com o nosso propósito. As pesquisas selecionadas foram organizadas em pastas no Google Drive e nomeadas de acordo com as palavras-chaves usadas nos filtros.

Nessa tentativa de garantir a organização da pesquisa e rigor metodológico, nos apoiamos na análise de conteúdo na perspectiva de Moraes (2003). De acordo com esse autor, a análise de conteúdo refere-se a um método de pesquisa usado para descrever e interpretar o que está contido nos documentos e textos. Esse tipo de análise, orientando-se de descrições sistemáticas, qualitativas ou quantitativas, sustenta a reinterpretação das linguagens e a adquire uma compreensão de seus sentidos e significados num nível mais avançado que uma simples leitura. Assim, a análise de conteúdo se estrutura em torno de cinco etapas: 1 — Preparação das informações; 2 — Unitarização ou transformação do conteúdo em unidades; 3 — Categorização ou classificação das unidades em categorias; 4 — Descrição; 5 — Interpretação.

Iniciamos pela etapa de preparação realizando uma leitura na íntegra das pesquisas mapeadas, de modo que pudéssemos tomar mais decisões a respeito dos que estavam efetivamente de acordo com o nosso objetivo de pesquisa. Assim, após nova conferência, descartamos mais duas pesquisas que só faziam menção ao nosso objetivo, mas cujo foco era especialmente a Resolução de Problemas.

Feito isso, procedemos à organização do corpus de pesquisa, indicando códigos, constituídos de números, que permitiriam a identificação dos trabalhos a serem submetidos aos dados analíticos. O Quadro 1 organiza o corpus da pesquisa.

Quadro 1 – Corpus da Pesquisa

Nº	Ano	Tipo de Pesquisa	Título	Pesquisador (P) e Orientador (O)
1	2020	Tese	Aprendizagem Matemática através da elaboração e resolução de problemas em uma escola comunitária rural	Cidimar Andreatta (P) Dra. Norma Suely Gomes Allevato (O)
2	2019	Dissertação	Problemas matemáticos com cálculos algébricos: da resolução à formulação no 8º ano do ensino fundamental	Sérgio Luiz Silva (P) Dra. Marta Borges (O)
3	2019	Dissertação	A proposição de problemas como estratégia de aprendizagem da matemática : uma ênfase sobre efetividade, colaboração e criatividade	Cristina de Jesus Teixeira (P) Dr. Geraldo Eustáquio Moreira (O)
4	2020	Tese	O desenvolvimento de jogos educacionais digitais sob a perspectiva da Formulação de Problemas e a aprendizagem no Ensino Superior	Edna Mataruco Duarte (P) Dra. Norma Suely Gomes Allevato (O)
5	2019	Dissertação	A Criatividade na Formulação de Problemas de Alunos do Ensino Fundamental I E II: Um Olhar Metodológico em Sala de Aula	Viviane Bergamini Fonteque (P) Dr. Rodolfo Eduardo Vertuan (O)
6	2020	Dissertação	Ensino e aprendizagem de fração via exploração-resolução-proposição de problemas	Osilene Bezerra Grangeiro (P) Dr. Silvanio de Andrade (O)

7	2022	Dissertação	Pesquisas em Proposição de Problemas: Convergências e Potencialidades	Ana Beatriz Alonso de Souza (P) Dr. Silvanio de Andrade (O)
8	2022	Dissertação	Elaboração e Resolução de Problemas: Uma Proposta com Raciocínio Lógico Matemático e Ensino Híbrido	Bárbara Maria Santiago Nunes (P) Dr. Amauri da Silva Barros (O)
9	2020	Dissertação	Uma análise sobre a elaboração e resolução de problemas de divisão por alunos do 5º e 9º ano do ensino fundamental	Daiane Gomes Prior Cara (P) Dra. Dulcyene Maria Ribeiro (O)
10	2019	Dissertação	Contribuições da resolução, exploração e proposição de problemas ao processo de ensino e aprendizagem da combinatória nos anos iniciais do ensino fundamental	Emily de Vasconcelos Santos (P) Dr. Silvanio de Andrade (O)
11	2021	Dissertação	Ensino aprendizagem de função afim via exploração, resolução e proposição de problemas com o uso do aplicativo desmos em contexto remoto	Cícero Félix da Silva (P) Dr. Silvanio de Andrade (O)
12	2021	Dissertação	As operações aritméticas fundamentais na perspectiva da exploração, resolução e proposição de problemas	Jessica Almeida Araujo (P) Dr. Silvanio de Andrade (O)
13	2020	Dissertação	Ensino e aprendizagem de expressões algébricas através da exploração, resolução e proposição de problemas	Renata Ranielly Cabral da Silva (P) Dr. Silvanio de Andrade (O)
14	2017	Dissertação	Formulação de problemas do campo conceitual multiplicativo no ensino fundamental: uma prática inserida na metodologia de resolução de problemas	Renan Oliveira Altoé (P)

				Dr. Rony Cláudio de Oliveira Freitas (O)
15	2018	Dissertação	A matemática e o consumo consciente de água na escola: formulação e resolução de problemas no contexto do projeto agente jovem	Wellton Cardoso Pereira (P) Dra. Cibelle de Fátima de Castro Assis (O)
16	2021	Dissertação	Formulação e resolução de problemas com panfletos e propagandas: uma proposta de ensino em matemática financeira como perspectiva para o letramento matemático.	Francisco Diniz Júnior (P) Dra. Cibelle de Fátima Castro Assis (O)

Fonte: elaborado pelos pesquisadores (2024)

Após a organização desses estudos, passamos para o processo de unitarização dos dados, mantendo as pesquisas na sua forma íntegra, mas estabelecendo códigos adicionais. Assim, num primeiro momento fizemos uma leitura dos títulos e resumos, de modo que pudéssemos identificar os focos temáticos, ou seja, proposição, elaboração e formulação de problemas. Posteriormente, prosseguimos para a etapa categorização, construindo uma planilha no excel para agrupar os dados das pesquisas por similaridade, constituídas a partir de eixos temáticos, tais como tipo de pesquisa, ano, orientador, instituição de ensino, foco temático, unidade temática, nível de Ensino, referenciais teóricos, principais resultados, abordagem metodológica e tipologia.

Reconhecendo que um número expressivo de eixos pode incorporar dificuldades de compreensão, optamos pela segunda vertente do movimento interpretativo, de construir somente esses eixos, de forma gradual, constituindo-se numa representação pertinente, consistente e fidedigna dos dados.

Passamos para o próximo tópico, no qual comunicamos o resultado desse mapeamento, a partir das etapas propostas por Moraes (2003) Moraes (2003), isto é, a descrição e interpretação dos dados.

DESCRIÇÃO E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

O processo de preparação, unitarização e categorização dos dados do corpus de análise envolveu neste estudo a organização de tabelas quantitativas, mas considerando que o referido estudo se trata de uma abordagem de natureza qualitativa, a partir da etapa de categorização, constituímos o metatexto — processo de descrição dos eixos e interpretação dos dados, dialogando textualmente sobre as pesquisas que focalizam a proposição, formulação e elaboração de problemas. Conforme evidenciamos, a partir desse processo de construção do corpus de produções que discutem a proposição, elaboração e formulação chegamos a um conjunto de 16 pesquisas. As tabelas abaixo indicam o quantitativo por ano, seguido por tipo.

Tabela 1 – Anos das pesquisas mapeadas

Ano	Quantitativa	Percentual
2017	1	6,25
2018	1	6,25
2019	4	25
2020	5	31,25
2021	3	18,75
2022	2	12,5
Total	16	100

Fonte: elaborado pelos pesquisadores (2024)

Ao observarmos a tabela, os dados expressam que a maioria das pesquisas foram publicadas no ano de 2020, sendo duas teses e três dissertações, seguida pelo ano de 2019 contabilizando quatro dissertações. A tabela abaixo mostra o quantitativo por tipo na íntegra.

Tabela 2 – Tipo das pesquisas mapeadas

Tipo	Quantitativa	Percentual
Dissertações	14	87,5
Teses	2	12,5
Total	16	100

Fonte: elaborado pelos pesquisadores (2024)

Pela tabela podemos observar que há uma predominância de pesquisas de dissertações, tendo a abordagem metodológica qualitativa atingindo um percentual de 87,5%, enquanto as

teses, também de natureza qualitativa, foram identificadas apenas duas com um percentual de 12,5%.

Ao olharmos para o tipo de pesquisa, sentimos a necessidade de investigar a origem, buscando saber se estas pesquisas são oriundas das mesmas instituições de ensino. Portanto, a tabela abaixo indica o quantitativo.

Tabela 3 – Instituições das pesquisas mapeadas

Universidade	Quantitativa
Universidade Estadual da Paraíba	8
Universidade Estadual do Oeste do Paraná	1
Universidade Tecnológica Federal do Paraná	1
Universidade Federal do Alagoas	1
Instituto Federal do Espírito Santo	1
Universidade Cruzeiro do Sul	2
Universidade federal de Goiás	1
Universidade de Brasília	1
Total	16

Fonte: elaborado pelos pesquisadores (2024)

A nossa hipótese inicial foi legitimada, pois foi possível observar que na busca de pesquisas mapeadas, a maioria delas, foram publicadas pela Universidade Estadual da Paraíba, totalizando 8 dissertações com cerca de 50%, das pesquisas. Também julgamos oportuno averiguar quem são os orientadores dos estudos. Assim, identificamos que seis foram orientadas por Dr. Silvanio de Andrade e duas foram orientadas pela Dra. Cibelle de Fátima Castro de Assis.

No Brasil, o pesquisador Dr. Silvanio de Andrade, está à frente do Grupo de Estudo e Pesquisa sobre Educação e Pós-modernidade (GEPEP), sob a ótica da proposta “Ensino-Aprendizagem de Matemática via Exploração, Resolução, Proposição. Codificação e Descodificação de Problemas (ERPCDP)”. O pesquisador vem configurando-se como um dos mais atuantes nesse campo de investigação, desenvolvendo diversas pesquisas com o tema Proposição de problema em sala de aula. Andrade (2017) ressalta que, em todas as pesquisas realizadas pelos membros do GEPEP, a partir de uma imersão no cotidiano da sala de aula, a proposição de problemas parece ser a ferramenta mais difícil de ser trabalhada e desenvolvida junto aos estudantes.

Na Universidade Cruzeiro do Sul (UNICSUL) também foram identificadas duas pesquisas, as únicas duas teses que fazem parte do nosso corpus de análise, orientadas pela Dra. Norma Suely Gomes Allevato, membro do " GTERP – Grupo de Trabalho e Estudos em Resolução de Problemas vinculado à Unesp - Rio Claro/SP, e líder do GPEAEM – Grupo de Pesquisa e Estudos Avançados em Educação Matemática, na UNICSUL – São Paulo SP. A professora se tornou uma das referências em Resolução de Problemas e vem, recentemente, fortalecendo o desenvolvimento de pesquisas sobre Proposição de Problemas. Representou o Brasil apresentando a pesquisa que está desenvolvendo com a Profª Dra Janaina Poffo Possamai, no Fórum de Pesquisa sobre este tema realizado na 45 th PME International Conference, na Espanha, em julho de 2022.

Ao analisarmos as teses mapeadas, identificamos que uma delas, a de Andreatta (2020) desenvolveu uma pesquisa em formato *multipaper* denominada "Aprendizagem Matemática através da Elaboração e Resolução de Problemas em uma Escola Comunitária Rural". Dentre os objetivos dos artigos que compuseram o relatório de tese, destacamos o primeiro artigo que foi fruto de um mapeamento de pesquisas envolvendo Elaboração, Formulação, Proposição e Resolução de Problemas, mas diferentemente do nosso propósito, o lócus foi eventos científicos e periódicos da área. Dentre os resultados, Andreatta (2020) destacou que, no contexto da Elaboração e Formulação de Problemas, foi encontrado uma quantidade bem menor de pesquisas em relação à Resolução de Problemas, isso porque, dos 254 trabalhos mapeados, somente 20 envolveu a Elaboração e/ou Formulação de Problemas. Desses trabalhos, a maior parte explora, de forma conjunta, a Formulação, Proposição e Resolução de Problemas.

Frente ao resultado apresentado por Andreatta (2020) olhamos de antemão para o foco temático, visando averiguar se as pesquisas a nível *Stricto Sensu* também exploram a Resolução de Problemas de forma concomitante ao nosso objetivo de pesquisa. Portanto, mostramos o quadro abaixo com essa indicação.

Quadro 2 – Foco temático

Foco temático	Subfoco temático	Pesquisador
Exploração, Proposição e Resolução de Problemas	Contribuições da Exploração-Proposição de Problemas e Resolução para o Ensino e Aprendizagem	GRANGEIRO (2020)
Exploração, Proposição e Resolução de Problemas	Contribuições da Resolução, Exploração e Proposição de Problemas ao processo de ensino e aprendizagem	SANTOS (2019)
Exploração, Proposição e Resolução de Problemas	Contribuições da Exploração, Resolução e Proposição de Problemas para o ensino	SILVA (2021)
Exploração, Proposição e Resolução de Problemas	Aprendizagem reflexiva por meio da Exploração, Resolução e Proposição de Problemas (ERPP)	ARAÚJO (2021)
Exploração, Proposição e Resolução de Problemas	Contribuições da Metodologia Exploração, Resolução e Proposição de Problemas para o ensino e aprendizagem	SILVA (2020)
Elaboração de Problemas	Aspectos da criatividade na elaboração de problemas	FONTEQUE (2019)
Proposição de Problemas	Contribuições da Proposição de Problemas no ensino-aprendizagem de matemática	SOUZA (2022)
Proposição de Problemas	Aprendizagens da matemática a partir da proposição de problemas	TEIXEIRA (2019)
Elaboração e Resolução de Problemas	A elaboração e resolução de problemas no processo de Ensino e Aprendizagem	CARA (2020)
Elaboração e Resolução de Problemas	Contribuições da elaboração e resolução de problemas matemáticos no desenvolvimento do raciocínio lógico matemático	NUNES (2022)
Elaboração de Problemas	Contribuições de atividades pautadas na elaboração de problemas para o ensino	ALTOÉ (2017)
Elaboração de Problemas	Processo de aprendizagem através da Elaboração de Problemas.	ANDREATTA (2020)
Formulação e Resolução de Problemas	Ensino de Matemática a partir da identificação, formulação e resolução de problemas	PEREIRA (2018)
Formulação e Resolução de Problemas	Proposta de ensino baseada na Formulação e Resolução de Problemas	DINIZ JÚNIOR (2021)
Formulação e Resolução de Problemas	Contribuições da Resolução e Formulação de Problemas como metodologia de ensino	SILVA (2019)

Formulação de Problemas	Processo de aprendizagem de Lógica Proposicional em um ambiente de desenvolvimento de jogos educacionais digitais em um contexto de Formulação de Problemas	DUARTE (2020)
-------------------------	---	---------------

Fonte: elaborado pelos pesquisadores (2024)

Os dados do quadro apontam para uma convergência de focos temáticos entre as pesquisas mapeadas, pois a maioria buscou analisar as contribuições da metodologia de exploração, proposição, formulação, elaboração e resolução de problemas para o processo de Ensino e Aprendizagem em Matemática.

O resultado também converge com parte dos dados do primeiro artigo da pesquisa de Andreatta (2020), isso porque, a maioria também explora um desses conceitos (Formulação, Proposição, Exploração, Elaboração) articulado com a Resolução de Problemas. O que se modifica é a unidade temática e o objeto de conhecimento investigado. A tabela adiante mostra a Unidade Temática das pesquisas mapeadas.

Tabela 4- Unidades Temáticas das pesquisas mapeadas

Unidade temática	Quantitativo
Números	7
Álgebra	2
Probabilidade e Estatística	1
Sem foco nos conteúdos matemáticos	2
Combinação de unidades temáticas	4
Total	16

Fonte: elaborado pelos pesquisadores

Os dados expressos na tabela evidenciam uma predominância de pesquisas que versam sobre os Números (7). Há ausência de pesquisas que envolvem especificamente Ensino de Geometria e Grandezas e Medidas, embora haja uma pesquisa que trata da Educação Financeira, mas o objetivo central é o cálculo de porcentagens. E outra que combina Álgebra e Geometria.

Altoé (2017) em sua dissertação de mestrado, buscou investigar as contribuições de atividades pautadas na formulação de problemas para o ensino de conceitos do Campo Conceitual Multiplicativo nos anos iniciais do ensino fundamental.

O objeto central de estudo de Andreatta (2020) é a Elaboração e a Resolução de Problemas. O pesquisador focaliza os Anos Iniciais do Ensino Fundamental, com ênfase no estudo do campo aditivo e multiplicativo, como também aborda os números racionais, mais precisamente sobre o significado de frações.

Na mesma direção dos racionais e do campo aditivo e multiplicativo, Fonteque (2019) também explora na sua pesquisa com estudantes do quarto e sétimo ano do Ensino Fundamental, sobre elaboração de problemas, mas também incorpora a raiz quadrada e a potência.

Também focalizando os significados de frações, mas voltados aos significados de partetodo, medida e quociente, Granjeiro (2020) traz como objetivo identificar como a Exploração-Proposição-Resolução de Problemas pode potencializar o ensino e aprendizagem.

Já o objetivo de Cara (2020) foi investigar o que se revela quanto à elaboração de problemas, e sobre a resolução de problemas que envolvem a operação de divisão enfatizando também os racionais, por alunos de 5º e 9º anos do Ensino Fundamental.

Na mesma linha dos racionais e das operações fundamentais, Araújo (2021) objetiva promover uma aprendizagem reflexiva acerca das Operações Aritméticas Fundamentais via Exploração, Resolução e Proposição de Problemas (ERPP).

Diniz Júnior (2021) investigou uma proposta de ensino baseada na Formulação e Resolução de Problemas envolvendo Matemática Financeira com foco na porcentagem, mas como perspectiva para o desenvolvimento do Letramento Matemático de alunos do 9º ano do Ensino Fundamental.

Um fato que constatamos é que quando identificamos pesquisas que combinam as unidades temáticas, todas elas a Unidade Números está presente.

Há pesquisas que não focalizam conteúdos matemáticos como foco central, tais como a pesquisa que envolve metodologias ativas, com foco na sala de aula invertida (NUNES, 2022) e a que envolve jogos educacionais (DUARTE, 2020).

A partir dessa identificação, partimos para o nível de Ensino.

Tabela 5 – Nível de Ensino das pesquisas mapeadas

Nível de Ensino	Quantitativo
Anos Iniciais do Ensino Fundamental	4
Anos Finais do Ensino Fundamental	6
Ensino Médio	2
Ensino Superior	1
Combinação de níveis de ensino	3
Total	16

Fonte: elaborado pelos pesquisadores (2024)

Os dados da tabela indicam que a maioria dos trabalhos estão concentrados nos Anos Finais do Ensino Fundamental (6), e nos Anos Iniciais (4), indicando uma possibilidade de ampliação de estudos que direcionem os seus esforços para a etapa do Ensino Médio e Ensino Superior.

Nos Anos Finais do Ensino Fundamental, há três pesquisas que focalizam estudantes do oitavo ano, duas do sexto ano e uma do nono ano. No ensino Fundamental, Anos Iniciais, o foco do ano de escolaridade é o quinto ano, contabilizando as quatro pesquisas.

Os dados do mapeamento mostram que há carências de pesquisas que se dedicam aos primeiros anos de escolaridade, uma vez que a própria BNCC (BRASIL, 2017) há prevê habilidades que explorem a Elaboração de Problemas desde o primeiro ano do Ensino Fundamental, conforme exemplo, "(EF01MA08) Resolver e **elaborar problemas** de adição e de subtração, envolvendo números de até dois algarismos, com os significados de juntar, acrescentar, separar e retirar, com o suporte de imagens e/ou material manipulável, utilizando estratégias e formas de registro pessoais".

Conforme pontuamos nos tipos de pesquisa, todas as pesquisas são de natureza qualitativa, mas quando olhamos as tipologias, os dados mostram que, a maioria concentrou-se em pesquisas da Própria Prática (4) e descritiva (4), conforme podemos constatar na tabela abaixo.

Tabela 6- Tipologia das pesquisas mapeadas

Tipologia	Quantitativo
Descritiva	4
Bibliográfica/ documental	1
Estudo de Caso	1
Não mencionada	2
Pesquisa da própria prática	4
Engenharia Didática	1
Pesquisa-ação	1
Multipaper	2
Total	16

Fonte: elaborado pelos pesquisadores (2024)

Com relação à tipologia pesquisa da Própria Prática, Silva (2021) utilizou como instrumento de coleta de dados, os registros dos estudantes e as gravações em vídeo. Enquanto Araújo (2021) coletou os dados de forma remota, usando o aplicativo *Google Meet*. para uso do recurso de captação de vídeos. Já Silva (2020) também se valeu de registros escritos e da observação. Diniz Junior (2021) aplicou questionários diagnósticos como coleta de dados.

Em se tratando da tipologia Descritiva, Grangeiro (2020) utilizou as Atividades Diagnósticas como coletas de dados. Nunes (2022) em sua pesquisa empregou a observação, questionários, recurso de gravação de áudio e vídeo.

Cara (2020) coletou os dados por meio de diários de campo, registros escritos e listas de exercícios. Já Santos (2019) a coleta de dados de sua pesquisa se deu por meio de observações, notas de campo, registro escrito feito pelos alunos e gravações de áudio.

Em se tratando do Eixo principais referenciais teóricos, identificamos uma convergência teórica nas pesquisas mapeadas. Conforme destacamos no eixo focos temáticos, a maioria das pesquisas articulam resolução de problemas com proposição, exploração, elaboração e formulação de problemas. Portanto, também nos deparamos com referenciais teóricos sobre Resolução de problemas, tais como, Polya (1945, 1995, 1997, 2003 e 2006), Onuchic (1999, 2004, 2012 e 2014), Onuchic e Allevato (2004, 2005, 2011 e 2015), Chica (2001, 2011), Kilpatrick (1987 e 2017) e Schroeder e Lester. Para Proposição de Problemas nos deparamos com CAI (1996, 1998, 2003 e 2015) e Andrade (1998 e 2017). E sobre Formulação de Problemas identificamos os estudos de Dante (1980, 1988, 2005, 2009 e 2011), Silver (1994, 1996 e 1997).

No Eixo principais resultados que as pesquisas mostram buscamos indicar uma síntese dos avanços e limitações no processo de produção de conhecimento sobre a proposição, elaboração e formulação de problemas, conforme explanamos, a seguir.

Andreatta (2020) em sua pesquisa destaca que o trabalho com elaboração de problemas é tão importante quanto a resolução de problemas, por promover a aprendizagem matemática, principalmente por fomentar a criatividade, autonomia, flexibilidade, comunicação e originalidade. O pesquisador também destaca que na elaboração de problemas os estudantes criaram textos que, na sua maioria, envolveram as operações básicas da matemática como adição e multiplicação, que para ele essa opção se justifica por que essas operações trazem mais segurança aos estudantes no momento da elaboração de problemas.

Silva (2019) afirmou que, a maior parte dos estudantes compreenderam o conteúdo de cálculo algébrico, tal fato foi constatado nos resultados das avaliações escritas e nos instantes de discussões de formulação de problemas e reformulados. Corroborou-se também, o desenvolvimento no aprendizado de muitos alunos, que antes apresentavam muitas dificuldades de como usar variáveis para um plano de ação na resolução de um problema, nas operações com expressões algébricas envolvendo adição, subtração, multiplicação e divisão e na articulação da Álgebra e a Geometria, em questões ligadas ao cálculo algébrico.

Teixeira (2019) também constatou que os estudantes, ao formular os problemas, a concentração das operações são as que têm maior domínio, que no caso de sua pesquisa, foi na aritmética (multiplicação e divisão) e Álgebra (equação do 1º grau).

Fonteque (2019) indica que as produções dos alunos, do sétimo ano, consideram os conteúdos matemáticos estudados no momento da coleta de dados, o que expressa pouca liberdade para pensar contextos e métodos diferentes; visto que os enunciados que consideram as experiências/vivências dos alunos apontam aspectos de criatividade e são mais constantes nas produções dos alunos dos quartos anos; que na elaboração de problemas demonstram habilidade para desenvolver aspectos de criatividade, especialmente devido ao fato de que não existem solicitações inflexível, nem mesmo métodos determinados à priori; e que a criatividade é expressa tanto nos momentos de formulação quanto nos momentos de resolução de um problema, não necessitando acontecer em uma para se manifestar também na outra.

Grangeiro (2020) constatou que a metodologia Exploração-Resolução-Proposição de Problemas tornou bem mais relevante o processo de ensino e aprendizagem de fração, por dar oportunidades de interação e sociabilização entre os participantes, de modo que todos os envolvidos explicitam suas ideias, dúvidas e descobertas, promovendo inquietações que geram novas explorações e, assim, oportunizam a aprendizagem.

Souza (2022) ressaltou que os alunos tendem a sentir dificuldade na elaboração dos primeiros problemas ou no momento que é alterada a forma de proposição solicitada, por exemplo, em uma primeira tarefa, ao solicitar para o estudante completar um enunciado e, em outra, pedir para ele elaborar um problema, nesse caso, o nível de dificuldade se amplia, pois na última é essencial pensar em um contexto para o problema, mas, na medida em que eles vão avançando, tendem a se tornar mais capazes diante das tarefas de proposição.

Souza (2022) destaca que, quanto mais inserimos tarefas de Proposição de Problemas nas aulas de matemática, mais chance daremos para que os estudantes exponham suas compreensões e incompreensões, desenvolvendo sua aprendizagem, contribuindo, também, para o desenvolvimento dos planos que objetivam o professor em busca de reparar tais dificuldades e, de modo a, contribuir na aquisição de autonomia; criatividade; compreensão com relação aos tópicos matemáticos trabalhados; melhor desempenho em atividades de Proposição, Exploração e Resolução de Problemas; dentre outros.

Nunes (2022) pondera que o potencial dos alunos diante das atividades de elaboração de problemas foi importante, uma vez que demonstraram a partir dos resultados avaliativos que para elaborar um problema de associação lógica precisaram estruturar o pensamento matemático e organizar a solução do respectivo problema. Deste modo, evidenciam que houve o progresso da criatividade e da exploração criativas dos estudantes, estimulando o protagonismo, o raciocínio lógico, e a persistência.

Santos (2019) constata que a Exploração de Problemas pode contribuir para a Proposição de Problemas secundários. Pontuam que, conforme os alunos alcançavam a solução dos problemas secundários propostos, novos problemas foram gerados, fundados em problemas anteriores, permitindo que os conceitos de matemáticas que estruturam o conteúdo de combinatória fossem estudados mais profundamente.

Santos (2019) destaca que com a exploração de problemas secundários, podemos transitar no meio de diferentes significados dos problemas combinatórios, bem como incentivar o raciocínio generalizante dos alunos.

Para Silva (2021) o trabalho com a exploração, resolução e proposição de problemas é uma ação prazerosa que traz questionamentos/problematizações durante todo o processo, contribuindo para uma aprendizagem libertadora e o desenvolvimento do aluno como um todo.

Araújo (2021) menciona que trabalhar Exploração, Resolução e Proposição de problemas não é uma tarefa fácil, apesar de ter sido uma experiência desafiadora, e que durante a execução da pesquisa, alguns estudantes apresentam dificuldades ao se depararem com problemas que abrangem a Multiplicação e Divisão. Mas, em contrapartida, aponta que os alunos criaram problemas interessantes, criativos, e conseguiram obter autonomia para ajudar os colegas na elaboração e na formulação de seus problemas. Destaca que, os alunos consideraram uma experiência nova, diferenciada e que, no início, foi complicada, porém, conseguiram envolver-se ativamente durante as aulas.

Silva (2020) também constata que o trabalho com a Metodologia Exploração de Problemas não é uma tarefa fácil de realizar, uma vez que os alunos não estão habituados a esse método de trabalho, posto que exige deles capacidades para ler, interpretar, refletir, argumentar e justificar o percurso e resultados. Para o pesquisador, no processo de exploração, resolução e proposição, o trabalho não acontece separando uma fase da outra e que a exploração e a resolução, aliadas à proposição de problemas, favoreceram a construção do pensamento algébrico dos alunos.

Altoé (2017) ressalta que formular problemas em sala de aula propicia a compreensão dos estudantes em sua própria aprendizagem, incentiva-os na resolução de problemas, desenvolve suas capacidades de raciocínio, o pensamento, a lógica matemática e cria caminho para se pensar na relação entre as operações de multiplicação e divisão e situações cotidianas. Para o pesquisador, a formulação de problemas é ausente em ambientes escolares, muitas vezes desconhecidas pelos professores, sendo reconhecida como difícil pelos alunos e que em suas pesquisas não encontraram conclusões diferentes, pois os participantes evidenciaram a ausência da formulação de problemas nas aulas de matemática

Pereira (2018) destaca que através da Resolução de Problemas, aliada à formulação de problemas, os estudantes puderam aperfeiçoar suas habilidades de resolver problemas, corrigir a Matemática Básica e aplicá-la como ferramenta para auxiliar na resolução de um problema da realidade socioambiental.

Diniz Junior (2021) destaca que o processo de formulação e elaboração de um problema matemático, mobiliza conhecimentos dos estudantes, e que a maioria dos alunos apresentaram consolidação das capacidades do uso da linguagem simbólica, formal e técnica, e operações; Raciocínio e Argumentação; Matematização e Comunicação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo, buscou-se mapear, apresentar um balanço e analisar pesquisas produzidas no período de 2017 a 2022 que têm como foco de estudo a Proposição de Problemas de Matemática. Assim, baseando-nos no mapeamento realizado, identificamos que a maioria das pesquisas são dissertações e concentram-se na Unidade Temática Números. Observamos, ainda, uma convergência de focos temáticos entre as pesquisas, a maioria analisando as contribuições da metodologia de proposição de problemas para o ensino e a aprendizagem em Matemática.

Em se tratando do eixo Referenciais Teóricos, identificamos uma convergência teórica nas pesquisas mapeadas. As pesquisas mostram, ainda, avanços e limitações no processo de produção de conhecimento a partir da proposição de problemas, dentre os quais podemos destacar que a proposição de problemas fomenta a criatividade, autonomia, flexibilidade, comunicação, originalidade e desenvolvimento do pensamento e raciocínio matemático. Dentre as limitações que as pesquisas escolhidas para este estudo nos mostram são: os estudantes tendem a elaborar problemas envolvendo os conteúdos matemáticos em que possuem maior domínio; e que há um indício de que a formação desses professores pode não contemplar o conhecimento didático suficiente e segurança na tomada de decisão pela implementação da proposição de problemas nas aulas de Matemática.

Esperamos que o mapeamento realizado possa contribuir para divulgação de pesquisas e para a compreensão acerca da Proposição de Problemas de Matemática, uma vez que mostram alguns indicativos que podem ser tomados como ponto de partida para pesquisas futuras e para

a prática no campo da Educação Matemática. Propiciar aos professores por meio de pesquisas a compreensão de como tais práticas educativas podem auxiliar em suas aulas.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Silvanio de. Ensino-aprendizagem de matemática via exploração de problemas e o uso do laboratório de ensino de matemática. In: CONFERÊNCIA INTERAMERICANA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 13., 2011, Recife. **Anais [...]**. Recife: Comitê Interamericano de Educação Matemática, 2011. p. 1-9.

ANDREATTA, Cidimar. **Aprendizagem Matemática através da Elaboração e Resolução de Problemas em uma Escola Comunitária Rural**. 2020. 203 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2020.

ALTOÉ, Renan Oliveira. **Formulação de problemas do campo conceitual multiplicativo no ensino fundamental**: uma prática inserida na metodologia de resolução de problemas. 2017. 229 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Educação em Ciências e Matemática, Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017.

ARAUJO, Jessica Almeida. **As operações aritméticas fundamentais na perspectiva da exploração, resolução e proposição de problemas**. 2021. 161 f. Monografia (Especialização) - Curso de Ensino de Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

CAI, Jinfa; LESTER, Frank. **Why Is Teaching with Problem Solving Important to Student Learning?** Reston: The National Council of Teachers of Mathematics, 2010. 6 p. (Problem Solving Research Brief).

CARA, Daiane Gomes Prior. **Uma análise sobre a elaboração e resolução de problemas de divisão por alunos do 5º e 9º ano do ensino fundamental**. 2020. 185 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Educação em Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2020.

DINIZ JÚNIOR, Francisco. **Formulação e resolução de problemas com panfletos e propagandas**: uma proposta de ensino em matemática financeira como perspectiva para o letramento matemático. 2021. 171 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Ensino de Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2021.

DUARTE, Edna Mataruco. **O desenvolvimento de jogos educacionais digitais sob a perspectiva da Formulação de Problemas e a aprendizagem no Ensino Superior**. 2020. 245 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2020.

FERREIRA, Norma Sandra de Almeida. As pesquisas denominadas "estado da arte". **Educação & Sociedade**, v. 23, n. 79, ago. 2002.

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. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ensino de Matemática, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2019.

GRANGEIRO, Osilene Bezerra. **Ensino e aprendizagem de fração via exploração-resolução-proposição de problemas**. 2020. 198 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ensino de Educação Matemática, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2020.

MARTINS, Kaique Nascimento. **A pesquisa brasileira em resolução de problemas na educação matemática: um estudo a partir de teses e dissertações (2016-2020)**. 2022. 161 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Educação em Ciências e Matemática, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2022.

NUNES, Bárbara Maria Santiago. **Elaboração e resolução de problemas: uma proposta com raciocínio lógico matemático e ensino híbrido**. 2022. 167 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2022.

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. 227 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ensino de Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2018.

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. 230 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ensino de Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2019.

SILVA, Cícero Félix da. **Ensino aprendizagem de função afim via exploração, resolução e proposição de problemas com o uso do aplicativo *Desmos* em contexto remoto**. 2021. 151 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ensino de Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2021.

SILVA, Renata Ranielly Cabral da. **Ensino e aprendizagem de expressões algébricas através da exploração, resolução e proposição de problemas**. 2020. 134 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ensino de Ciências e Educação, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2020.

SILVA, Sérgio Luis. **Problemas matemáticos com cálculos algébricos: da resolução à formulação no 8o ano do ensino fundamental**. 2019. 74 f. Tese (Doutorado) - Curso de Matemática em Rede Nacional, Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2019.

SOUSA, Ana Beatriz Afonso de. **Pesquisas em proposição de problemas: convergências e potencialidades.** 2022. 90 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ensino de Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2022.

TEIXEIRA, Cristina de Jesus. **A proposição de problemas como estratégia de aprendizagem da matemática: uma ênfase sobre efetividade, colaboração e criatividade.** 2019. 188 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Educação, Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

HISTÓRICO

Submetido: 24 de maio de 2024.

Aprovado: 19 de julho de 2024.

Publicado: 20 de julho de 2024.