

Articulações entre Tendências em Educação Matemática e Resolução de Problemas

Kaique Nascimento Martins¹
Marlúbia Corrêa de Paula²
Larissa Pinca Sarro Gomes³
Marcelo de Araújo Lino⁴

Resumo: Este artigo apresenta as compreensões que emergiram da resolução de problemas no contexto das tendências metodológicas da Educação Matemática: Etnomatemática, História da Matemática, Modelagem Matemática, Investigação Matemática, Materiais Manipuláveis, Jogos e Tecnologias Digitais. Metodologicamente, na análise de teses e dissertações brasileiras, selecionamos o período de 2016 a 2020. A Análise Textual Discursiva foi a metodologia utilizada para obtenção de categorias emergentes: orientações didático-pedagógicas para o trabalho com resolução de problemas; tendências em educação matemática e resolução de problemas e resolução de problemas na formação de professores. Como resultado, destacamos as práticas relacionadas à Educação Básica, indicando que a Etnomatemática e a História da Matemática mostram-se importantes aliadas na resolução de problemas, seja pelo estudo de matemáticas específicas de grupos sociais, seja pela abordagem histórica da origem dos conhecimentos, das motivações e das dificuldades enfrentadas no processo de validação dos conteúdos/conceitos estudados.

Palavras-chave: Resolução de Problemas. Educação Básica. Estado do Conhecimento. Análise Textual Discursiva.

Trends in Mathematics Education and Problem-Solving

Abstract: This article presents the understandings that emerge from problem-solving in the context of methodological trends in Mathematics Education: Ethnomathematics, History of Mathematics, Mathematical Modeling, Mathematical Investigation, Manipulative Materials, Games, and Digital Technologies. Methodologically, in the Brazilian theses and dissertations analysis, we selected the period from 2016 to 2020. Discursive Textual Analysis is the methodology used to obtain emerging categories: didactic-pedagogical guidelines for working with problem-solving, trends in mathematics education, and problem-solving and problem-solving in teacher education. As a result, we highlight the practices related to Basic Education, indicating that Ethnomathematics and the History of Mathematics prove to be significant allies in problem-solving, whether through the study of specific mathematics of social groups or through the historical approach to the origin of knowledge, motivations and the difficulties faced in the process of validating the contents/concepts studied.

Keywords: Problem-solving. Basic Education. State of Knowledge. Discursive Textual Analysis.

Tendencias en Educación Matemática y Resolución de Problemas

¹ Mestre em Educação em Ciências e Matemática pela Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Ilhéus, Bahia, Brasil. E-mail: kaiquemartins21@hotmail.com - Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2552-7098>

² Doutorado em Educação em Ciência e Matemática. Professora Visitante no Instituto Federal do Rio Grande do Sul/IFRS - Campus Caxias do Sul, Docente no Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Estadual de Santa Cruz (PPGECM- UESC/Ilhéus, BA), RS, Brasil. E-mail: marlulia.paula@caxias.ifrs.edu.br - Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3646-8700>

³ Doutora em Educação pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Docente do Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Ilhéus, Bahia, Brasil. E-mail: lpsgomes@uesc.br - Orcid.: <https://orcid.org/0000-0001-6839-6927>

⁴ Mestre em Educação Matemática pela Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Ilhéus, Bahia, Brasil. Docente do Instituto Federal de Educação Ciências e Tecnologias da Bahia (IFBA). E-mail: marcelouab@hotmail.com - Orcid.: <https://orcid.org/0000-0002-2683-0999>

Resumen: Este artículo presenta las comprensiones que surgieron de la resolución de problemas en el contexto tendencias metodológicas en Educación Matemática: Etnomatemática, Historia de las Matemáticas, Modelación Matemática, Investigación Matemática, Materiales Manipulativos, Juegos y Tecnologías Digitales. Metodológicamente, en el análisis de tesis y disertaciones brasileñas, seleccionamos el período de 2016 a 2020. Análisis Textual Discursivo es la metodología utilizada para obtener categorías emergentes: directrices didáctico-pedagógicas para el trabajo con la resolución de problemas; tendencias en educación matemática y resolución de problemas y resolución de problemas en la formación docente. Como resultados, destacamos prácticas relacionadas con la Educación Básica, indicando que Etnomatemática y Historia de las Matemáticas resultan ser aliados importantes en la resolución de problemas, sea a través del estudio de matemáticas específicas de grupos sociales, o a través del abordaje histórico del origen del conocimiento, motivaciones y dificultades encontradas en proceso de validación de contenidos/conceptos estudiados.

Palabras clave: Resolución de Problemas. Educación Básica. Estado del Conocimiento. Análisis Textual Discursivo.

1 Introdução

A apresentação de exemplos que colocam em evidência a Matemática que está presente nas ações cotidianas é bastante comum na introdução de um texto acadêmico. Com isso, a relação com os números, sentenças ou ideias matemáticas se fazem presentes, direta ou indiretamente, em diferentes formas e situações nem sempre claramente percebidas pelos leitores. Desse modo, este artigo pode contribuir para que os estudantes possam dar significado aos conceitos matemáticos e estabelecer com eles outras relações desde os primeiros anos escolares, de modo a proporcionar uma visão da matemática que não negue a sua complexidade, mas potencialize suas contribuições, auxiliando na leitura e na compreensão do mundo, além de ampliar o entendimento de uma informação.

E assim, a atividade de resolução de problemas tem sido utilizada como algo inerente ao ensino e à aprendizagem de Matemática e, quando bem utilizada, pode proporcionar aos estudantes momentos de reflexão e construção de novos conhecimentos. Nessa perspectiva, é possível verificar, na literatura de Educação Matemática, estudos que descrevem diferentes formas de utilizá-la nas aulas de Matemática e nos espaços de formação de professores (Martins; Gomes; De Paula, 2023; Martins, *et al.*, 2023). Tais estudos salientam que se resolver problemas é uma rotina na matemática, então é preciso compreender que a Resolução de Problemas⁵ como metodologia precisa ser utilizada com mais cuidado e norteada por referenciais que compreendem a importância desse uso, conforme descrevem Alevatto e Onuchic (2021) em diversas e atuais publicações.

⁵ Usamos a notação Resolução de Problemas (iniciando com letra maiúscula) para nos referirmos à metodologia, e a expressão resolução de problemas (iniciando com letra minúscula) para o ato de resolver problemas ou para interpretações outras que não sejam exclusivamente para referir-se à metodologia.

As argumentações acima constituem o ponto principal de estudo deste artigo, que tem o objetivo de apresentar compreensões que emergiram da utilização da resolução de problemas no contexto das tendências metodológicas da Educação Matemática - Etnomatemática, História da Matemática, Modelagem Matemática, Investigação Matemática, utilização de Materiais Manipuláveis, Jogos e Tecnologias Digitais - a partir da análise de teses e dissertações brasileiras produzidas no período de 2016 a 2020.

Convém salientar que este artigo faz parte de uma pesquisa realizada durante uma dissertação, que trata do modo como a resolução de problemas é utilizada por pesquisadores nas produções dos Programas de Pós-Graduação *Stricto Sensu* no Brasil (2016-2020) (Martins, 2022). Por meio da investigação, foram identificadas três categorias emergentes, conforme Moraes e Galiazzi (2016), via metodologia de Análise Textual Discursiva (ATD). Essas categorias foram assim descritas: i) orientações didático-pedagógicas para o trabalho com resolução de problemas; ii) tendências em Educação Matemática e a resolução de problemas; iii) e resolução de problemas na formação de professores.

Neste artigo, por opção, a discussão decorre da categoria sublinhada. A partir disso, o texto está organizado pelos seguintes tópicos: fundamentação teórica, procedimentos metodológicos, resultados obtidos e considerações finais.

2 Fundamentação teórica

De início, é preciso considerar a presença da resolução de problemas, bem como da Modelagem Matemática, da História da Matemática, da Etnomatemática, da utilização de jogos e das tecnologias digitais como tendências de grande expressão no Brasil (Groenwald, 2009). Além dessas, é possível destacar a Investigação Matemática e a utilização de Materiais Manipuláveis, que também têm adquirido relevância na Educação Matemática, ocupando espaços nas discussões em eventos da área educacional, a exemplo do Encontro Nacional de Educação Matemática (ENEM).

Neste artigo, o foco é a utilização da resolução de problemas no contexto das tendências em Educação Matemática. Essa questão emerge, dentre outras, da existência de diferentes formas de abordá-la nas aulas de Matemática, que podem provocar interpretações descuidadas, ingênuas ou equivocadas por parte do professor, desencadeando práticas que pouco exploram suas potencialidades (Martins, *et. al.*, 2023).

Schroeder e Lester (1989) apresentam três abordagens para trabalhar com a resolução

de problemas: ensinar sobre resolução de problemas, ensinar Matemática para a resolução de problemas e ensinar Matemática via resolução de problemas, que, posteriormente, ficou conhecida no Brasil como ensinar Matemática através da resolução de problemas a partir da tradução literal do termo *teaching through problem solving*, mencionado nos *Standards* (NCTM, 2000).

Tais abordagens apresentam características particulares: na primeira, o foco encontra-se nas etapas utilizadas para obter êxito na resolução de problemas, independente do conteúdo abordado, como nas etapas de Polya (2006). Por outro lado, na segunda abordagem, a resolução de problemas, obrigatoriamente, é posta após a apresentação do conteúdo, também com o objetivo de habilitar o estudante a resolver problemas. Por fim, ao ensinar através da resolução de problemas, o problema passa a ser o ponto de partida, e a intenção é que haja a construção de conhecimento matemático através da sua resolução. Embora ainda ocorram divergências a respeito do uso dessas abordagens, em nível mundial a resolução de problemas começou a ser investigada de forma sistemática na Educação Matemática há algum tempo (Onuchic, 1999). No entanto, as investigações sobre a temática e suas implicações curriculares foram amplamente discutidas a partir de 1970, sob a influência dos trabalhos que vinham sendo desenvolvidos por George Polya, considerado pela literatura como o pai da resolução de problemas. Especificamente, na década de 1980, a resolução de problemas ganhou força a partir das prerrogativas do *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM), que, por meio da publicação do *An Agenda for Action: Recommendations for school Mathematics in the 1980's*, recomendava que resolver problemas deveria ser o foco da matemática escolar nesse período. Conforme descrevem Onuchic e Allevato (2011), iniciou-se a fase da resolução de problemas, culminando na produção de materiais que contribuíram para que os professores fizessem da resolução de problemas o foco de seu trabalho em sala de aula.

No Brasil, a pesquisa sobre a temática tem sido desenvolvida principalmente a partir da colaboração da professora Lourdes de la Rosa Onuchic com destaque para a criação do Grupo de Trabalho e Estudos em Resolução de Problemas (GTERP) na década de 90, Grupo vinculado à Universidade Estadual Paulista (UNESP) – Rio Claro e coordenado pela referida pesquisadora. Desde então, “o ponto de partida das atividades matemáticas não é a definição, mas o problema; que o problema não é um exercício no qual o aluno aplica, de forma quase mecânica, uma fórmula ou uma determinada técnica operatória” (Onuchic, 1999, p. 215).

A pesquisa em Resolução de Problemas no Brasil tem se desenvolvido e as diferentes

possibilidades de sua utilização nas aulas de Matemática foram ganhando ênfase, a exemplo da Metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas, como se pode notar em Allevato e Onuchic (2021), Onuchic e Allevato (2011), e a Exploração, Resolução e Proposição de Problemas (Andrade, 2017). Com isso, para aprofundar as ideias deste artigo, apontamos a produção sobre a metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas, em que:

[...] os problemas são propostos aos alunos antes de lhes ter sido apresentado formalmente o conteúdo matemático necessário ou mais apropriado à sua resolução que, de acordo com o programa da disciplina para a série atendida, é pretendido pelo professor. Dessa forma, o ensino-aprendizagem de um tópico matemático começa com um problema [o problema gerador] que expressa aspectos-chave desse tópico, e técnicas matemáticas devem ser desenvolvidas na busca de respostas razoáveis ao problema dado (Onuchic; Allevato, 2011, p. 85).

Por isso, para a implementação da referida metodologia em sala de aula, pesquisas que versam sobre a temática apresentam um roteiro com etapas para nortear o trabalho docente. Essas etapas vêm passando por ajustes e ampliação conforme o Quadro 1, a seguir:

Quadro 1: Roteiro das etapas da Metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática da Resolução de Problemas

Roteiro de etapas		
Onuchic (1999)	Onuchic e Allevato (2011)	Allevato e Onuchic (2014, 2021)
1. Formar grupos – entregar uma atividade; 2. O papel do professor; 3. Resultados na lousa; 4. Plenária; 5. Análise dos resultados; 6. Consenso; 7. Formalização.	1. <u>Preparação</u> do problema; 2. Leitura Individual; 3. Leitura em conjunto; 4. Resolução do problema; 5. Observar e incentivar; 6. Registros das resoluções na lousa; 7. Plenária; 8. Busca do consenso; 9. Formalização.	1. <u>Proposição</u> do problema; 2. Leitura individual; 3. Leitura em conjunto; 4. Resolução do problema; 5. Observar e incentivar; 6. Registros de resoluções na lousa; 7. Plenária; 8. Busca do consenso; 9. Formalização do conteúdo; 10. Proposição e resolução de novos problemas.

Fonte: Martins, *et al.* (2023)

Percebemos, no roteiro apresentado em Onuchic e Allevato (2011), maior detalhamento das ações do professor, se comparado ao exposto em Onuchic (1999). Assim, podemos notar o desenvolvimento dos estudos sobre tais procedimentos que têm sido aprimorados no GTERP e comunicados via publicações, como observamos em novas contribuições disponíveis em Allevato e Onuchic (2014, 2021). Nessas últimas publicações, há acréscimos sobre a etapa de proposição e resolução de novos problemas atualmente discutida em pesquisas do campo da

Educação Matemática (Cai; Hwang, 2020; Allevato; Possamai, 2022; Possamai; Allevato, 2022).

Por outro lado, no que se refere à proposta da Exploração, Resolução e Proposição de Problemas, o objetivo não se encontra centrado na solução do problema, mas na abrangência de outros pontos. Tais pontos dizem respeito à realização de algum trabalho efetivo a partir da mediação realizada pelo professor e da participação do estudante como sujeito ativo na exploração do problema, que também é utilizado como ponto de partida (Andrade, 2017; Martins; Andrade, 2023).

No tópico que segue, realizamos a apresentação dos procedimentos metodológicos.

3 Procedimentos Metodológicos

Este artigo é constituído a partir do desenvolvimento do Estado do Conhecimento (Romanowski; Ens, 2006), tendo em vista que este, além de realizar o mapeamento das produções, também sistematiza os resultados para a apresentação de uma caracterização da pesquisa sobre a resolução de problemas no contexto de tendências metodológicas da Educação Matemática.

O levantamento das teses e dissertações brasileiras fizeram parte deste estudo a partir de buscas na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e no Catálogo de Teses e Dissertações, da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Esse movimento resultou em 236 produções, que, a partir da leitura dos títulos, resumos e palavras-chave, foram reduzidas para 77, sendo 14 teses e 63 dissertações.

Sendo assim, neste artigo será destacado o que se refere a 25 produções, sendo 5 teses e 20 dissertações que compuseram a categoria que discute as tendências em educação matemática e a resolução de problemas, conforme explicitado no Quadro 2 a seguir:

Quadro 2 – Teses e Dissertações Analisadas

Autor(ano)	Título	Tipo
Vieira (2016)	Tarefas exploratório-investigativas e a construção de conhecimentos sobre figuras geométricas espaciais	Tese
Cavalheiro (2017)	Resolução de problemas e investigação matemática: um processo de intervenção formativa para licenciandos em Matemática	Tese
Dias (2017)	Aspectos cognitivos e conceituais mobilizados na resolução de problemas de otimização por estudantes de engenharia	Tese
Figueiredo (2017)	Design de problemas com a utilização das tecnologias digitais na formação inicial de professores de Matemática	Tese
Duarte (2020)	O desenvolvimento de jogos educacionais digitais sob a perspectiva da formulação de problemas e a aprendizagem no ensino superior	Tese
Bastos	Resolução de problemas: uma discussão sobre o ensino de análise	Dissertação

(2016)	combinatória	
Linhares (2016)	História na educação matemática: uma proposta para o ensino de medidas no Ensino Fundamental	Dissertação
Domingos (2016)	Resolução de problemas e modelagem matemática: uma experiência na formação inicial de professores de Física e Matemática	Dissertação
Souza (2016)	A formulação e resolução de problemas geométricos com base em sólidos geométricos	Dissertação
Valério (2016)	Resolução de problemas, uma abordagem com questões da OBMEP em sala de aula	Dissertação
Silva (2016a)	Uma situação didática para ensino de números complexos com foco em eletricidade pela via da engenharia didática	Dissertação
Silva (2016b)	O uso da lógica de programação para a educação matemática no Ensino Médio: experiências com o <i>scratch</i>	Dissertação
Sá (2017)	Resolução de problemas nas aulas de Matemática: promovendo a aprendizagem significativa do conceito de volume de sólidos geométricos	Dissertação
Belli (2017)	Percepções de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental sobre resolução de problemas e competências socioemocionais	Dissertação
Bezerra (2017)	Conceito e representações de função via resolução, proposição e exploração de problemas: um trabalho com alunos de graduação	Dissertação
Delazeri (2017)	A competência de resolução de problemas que envolvem o pensamento algébrico: um experimento no 9º ano do Ensino Fundamental	Dissertação
Lima (2018)	Etnomatemática no garimpo: uma proposta de ação pedagógica para o ensino e a aprendizagem de matemática na perspectiva da resolução de problemas	Dissertação
Silva (2018)	Ensino intradisciplinar de matemática através da resolução de problemas: o caso do <i>algeblocks</i>	Dissertação
Amin jr. (2018)	Tomada de decisões e o aprendizado de matemática financeira: uma experiência com aplicativos para <i>smartphone</i>	Dissertação
Costa (2019)	<i>Tangram</i> e resolução de problemas: desafios e possibilidades	Dissertação
Lins (2019)	O uso de jogos matemáticos na perspectiva da resolução e exploração de problemas no Ensino Médio	Dissertação
Teixeira (2020)	O uso do geogebra na resolução de problemas de geometria espacial: uma experiência com alunos do 4º ano do Ensino Fundamental	Dissertação
Silva (2020)	As potencialidades da resolução de problemas e do Geogebra em problemas de otimização do cálculo diferencial	Dissertação
Grohs (2020)	Educação financeira crítica: o caso dos alunos do 2º ano do Ensino Médio de uma escola de Boca do Acre-AM com mediação de aplicativos móveis	Dissertação
Fernandes (2020)	Geometria espacial no Ensino Médio: uma abordagem de ensino-aprendizagem-avaliação através da resolução de problemas	Dissertação

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

No que se refere aos procedimentos para análise das produções selecionadas, foi utilizada a Análise Textual Discursiva (ATD) com o auxílio do *software* IRaMuTeQ (Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires). Enquanto o *software* realiza o tratamento recursivo dos dados, por sua vez a metodologia de ATD tem seus procedimentos organizados em três fases: unitarização, categorização e metatexto.

Dando continuidade à explicitação, na categorização ocorre a junção de unidades próximas, obtidas com a unitarização ou até mesmo de unidades que se afastam por conta de

seus significados. Na continuidade, tratamos do processo de categorização indutiva (Moraes; Galiazzi, 2016). Nessa perspectiva, o *software* IRaMuTeQ foi uma ferramenta auxiliar que proporcionou agilidade no tratamento dos dados e permitiu a interpretação do analista discursivo sobre as diferentes possibilidades de visualização das informações a partir da Classificação Hierárquica Descendente (CHD) e da Análise Fatorial de Correspondência (AFC). Desse modo, é necessário organizar e submeter textos para que o IRaMuTeQ realize o tratamento.

Neste estudo, foram inseridos os resumos das produções contendo o objetivo geral e/ou questão de pesquisa e os procedimentos teórico-metodológicos. A partir do processamento, o IRaMuTeQ apresentou os dados organizados em classes, ligadas por um diagrama de árvore disponível a partir da CHD, e a visualização das palavras mais recorrentes em um plano cartesiano, como é próprio da funcionalidade presente na AFC.

Tais procedimentos, dependendo dos dados tratados, podem ser relacionados com a unitarização e a emergência de categorias da ATD. Assim sendo, a partir dos dados apresentados pelo *software*, o pesquisador realiza a análise, define as categorias e escreve o metatexto. No tópico que segue, apresentamos o metatexto a partir da categoria selecionada e descrita como segue: tendências em Educação Matemática e resolução de problemas.

4 Tendências em Educação Matemática e resolução de problemas: Metatexto⁶

A partir da análise das teses e dissertações selecionadas, percebemos que a resolução de problemas aparece articulada a algumas tendências discutidas no campo da Educação Matemática, em especial a Modelagem Matemática, a Investigação Matemática, a Etnomatemática, a História da Matemática, as Tecnologias Digitais, os Jogos, e ainda associada ao uso de Materiais Manipuláveis.

No caso da perspectiva teórica da Etnomatemática abordada nos trabalhos de Lima (2018) e Sá (2017), ficou evidente a valorização dos saberes e fazeres da comunidade na qual a escola estava inserida, bem como, a presença da resolução de problemas, tanto como um meio para construção do conhecimento, quanto para identificar e explorar as estratégias utilizadas pelos estudantes.

Com o mesmo intuito de atribuir sentido à Matemática que estava sendo estudada, os

⁶ As citações diretas que se encontram sem a indicação da página foram retiradas do resumo das produções analisadas.

trabalhos de Linhares (2016) e Bastos (2016) utilizaram a História da Matemática para abordar o processo histórico da construção de alguns conceitos matemáticos, elaborando problemas que pudessem ser explorados de maneira articulada com os estudos históricos de sua produção.

Os autores enfatizam que a atribuição de sentido aos conceitos/conteúdos matemáticos pode ser realizada, por exemplo, a partir da utilização de textos ou de outros meios que disponibilizem informações históricas que tratam da necessidade de um determinado conhecimento que permita resolver um problema que está presente no cotidiano das pessoas ou em seu interesse em identificar padrões, utilizando a linguagem matemática.

As articulações entre a Modelagem Matemática e a resolução de problemas surgiram a partir da observação de um contexto específico, assim como identificamos nos trabalhos de Etnomatemática, pois quando um problema é considerado relevante buscamos identificar os conceitos matemáticos necessários para apresentar uma solução. Em particular, na dissertação de Domingos (2016), o autor apresentou uma experiência no contexto da formação de professores, procurando refletir a respeito da proposta de trabalho com a Modelagem Matemática, utilizando como referência diferentes autores que tratam dessa tendência, como Almeida *et al* (2013), Biembengut e Hein (2013), Meyer (2013), Barbosa (2007) e Bassanezi (2013). Em paralelo, também refletiu a respeito das orientações para o trabalho com a Resolução de Problemas como uma metodologia para o ensino de matemática, conforme sugere Onuchic e Allevato (2011) e Onuchic *et al* (2014).

Nessa perspectiva de refletir a respeito das orientações de diferentes autores, identificamos algumas aproximações entre a resolução de problemas como metodologia de ensino e a Modelagem Matemática, pois ambas visam à construção de conhecimento por meio da resolução de situações-problema, tendo os estudantes como protagonistas. Da mesma forma, ficou evidente uma aproximação da resolução de problemas como metodologia de ensino com a Investigação Matemática, que foi explorada por Cavalheiro (2017) por promover um ambiente favorável à construção do conhecimento matemático. Para o autor, a investigação matemática proporciona aos estudantes uma “aprendizagem mais significativa dos conteúdos a partir da capacidade de criar as próprias estratégias de resolução e caminhos de investigação muitas vezes distintos daqueles discutidos pelo professor” (Cavalheiro, 2017, p. 135). Concordamos com Allevato e Vieira (2016) e Lamonato e Passos (2011), que ressaltaram que, quando utilizamos a Investigação Matemática, as situações postas para tal finalidade apresentam um caráter mais aberto, com enunciados menos estruturados, que proporcionam a realização de

explorações em diversas direções, o que também ficou evidenciado no trabalho de Domingos (2016), que utilizou a Modelagem Matemática.

A abordagem das Tecnologias Digitais associadas à resolução de problemas ficou muito evidente no *corpus* deste estudo. Nesse contexto, teve destaque a utilização do *software* GeoGebra como uma ferramenta auxiliar aos processos de resolução de problemas e de exploração de diferentes conceitos/conteúdos matemáticos. Isso porque, com os “*softwares* matemáticos, os estudantes podem visualizar, na tela do computador, os mais diversos gráficos, que os permitem investigar, analisar, estabelecer proposições e conjecturas, validar resultados, relacionar variáveis e funções e construir várias representações da informação” (Barros Filho; Laudares; Miranda, 2014, p. 329).

Indo ao encontro ao que foi exposto, uma perspectiva que se apresentou no *corpus* analisado foi a utilização das Tecnologias Digitais associadas a um jogo educacional, no qual os estudantes foram convidados a formular problemas para compor um jogo educacional de matemática (Duarte, 2020). Tal investigação uniu elementos atuais que podem ser explorados em pesquisas futuras, tendo em vista que, segundo a autora, ainda existe “pouca discussão, investigação e reflexão quanto à formulação de problemas com o uso das Tecnologias Digitais, especificamente no desenvolvimento de jogos educacionais digitais de matemática no nível superior de ensino” (Duarte, 2020, p. 46). Para isso, é importante que sua utilização seja compreendida além da ação lúdica, que deixa de ter um fim em si mesmo, tornando-se um jogo pedagógico com fim na aprendizagem matemática (Lins, 2019). Por fim, salientamos o uso de materiais manipuláveis, que também esteve presente de forma significativa no *corpus* deste artigo. Quanto a esse uso, avaliamos que o objetivo foi possibilitar novas opções de visualização dos conceitos/conteúdos matemáticos, com a finalidade de auxiliar na resolução dos problemas propostos e na construção/efetivação dos conceitos/conteúdos, conforme abordado em Vilas Boas; Barbosa (2013), ou ainda para auxiliar na formulação de novos problemas.

Nesse contexto, realçamos a utilização de materiais como sólidos geométricos, confeccionados em acrílico ou em papel sulfite; *Algeblocks*; Tangram; *Complex*; dentre outros. Além disso, vale ressaltar a possibilidade de sua utilização em diferentes níveis de ensino, com destaque para as etapas da Educação Básica. Com isso, entendemos, com a análise das produções, que a resolução de problemas apresenta aproximações com as tendências que se evidenciaram nessas pesquisas voltadas para as atividades relacionadas à matemática escolar ou à formação de professores de matemática.

5 Considerações finais

A pesquisa realizada teve o objetivo de apresentar as compreensões que emergiram da utilização da resolução de problemas no contexto de tendências metodológicas da Educação Matemática, a saber: Etnomatemática, História da Matemática, Modelagem Matemática, Investigação Matemática, uso de Materiais Manipuláveis, Jogos e Tecnologias Digitais, a partir da análise de teses e dissertações brasileiras no período de 2016 a 2020.

Assim, quanto às práticas relacionadas à Educação Básica, verificamos que a Etnomatemática e a História da Matemática se apresentam como importantes aliadas à resolução de problemas no que diz respeito a um dos maiores desafios que permeia a prática do professor, que é dar significado aos conceitos/conteúdos abordados em sala, seja por meio do estudo de matemáticas específicas de grupos sociais ou a partir da abordagem histórica da origem dos conhecimentos ou das dificuldades enfrentadas no processo de validação dos conteúdos/conceitos estudados.

Ainda sobre a Educação Básica, destacamos a utilização das tecnologias digitais, associadas ou não aos jogos, e dos materiais manipuláveis como possibilidades importantes de tornar o processo de ensino e aprendizagem dinâmico e atrativo, uma vez que permitem diferentes visualizações, bem como o levantamento de conjecturas e reflexões acerca dos conhecimentos abordados em sala de aula.

Em contrapartida, no que tange à formação inicial e continuada do professor de Matemática, a análise do *corpus* deste artigo realçou a importância desses espaços para a realização de estudos teóricos acerca das metodologias, como também para a construção de práticas que permitam visualizar possibilidades de associação de diferentes metodologias de ensino, tendo o protagonismo do aluno como principal objetivo. Nesse sentido, os estudos analisados indicaram que a resolução de problemas e a investigação matemática apresentam aproximações no que diz respeito à utilização de um problema como ponto de partida e se distanciam pelas características das situações-problema abordadas, bem como pelos objetivos do professor.

Por fim, ratificamos que a utilização da resolução de problemas como um meio de construção e/ou (re)significação de conhecimento matemático esteve em evidência nos trabalhos analisados. Assim sendo, esperamos que este estudo possa contribuir para investigações futuras que versem sobre essa temática, assim como para orientar a prática docente nas salas de aula de Matemática.

Referências

- ALLEVATO, N. S. G.; ONUCHIC, L. R. Ensino-aprendizagem-avaliação de matemática: por que através da resolução de problemas? *In: ONUCHIC, L. R.; ALLEVATO, N. S. G.; NOGUTI, F. C. H.; JUSTULIN, A. M. (Org.). Resolução de problemas: teoria e prática. 2. ed. Jundiaí: Paco Editorial, 2021. p. 37-58.*
- ALLEVATO, N. S. G.; POSSAMAI, J. P. Proposição de problemas: possibilidades e relações com o trabalho através da resolução de problemas. **Com a palavra o professor**. UESB: Vitória da Conquista, v. 7, n. 18, p. 153-172, 2022.
- ALLEVATO, N. S. G.; VIEIRA, G. Do ensino através da resolução de problemas abertos às investigações matemáticas: possibilidades para a aprendizagem. **Quadrante**. v.XXV, n.1, 2016.
- ANDRADE, S. Um caminhar crítico reflexivo sobre resolução, exploração e proposição de problemas matemáticos no cotidiano da sala de aula. *In: ONUCHIC, L. R.; LEAL JR, L. C.; PIRONEL, M. (Org.). Perspectivas para a resolução de problemas*. São Paulo: Livraria da Física, 2017, p. 355-396.
- BARROS FILHO, A. A.; LAUDARES, J. B.; MIRANDA, D. F. A resolução de problemas em ciências com equações diferenciais ordinárias de 1ª e 2ª ordem usando análise gráfica. **Educ. Mat. Pesq.**, São Paulo, v.16, n.2, pp. 323-248, 2014.
- BASTOS, A. C. **Resolução de problemas**: uma discussão sobre o ensino de análise combinatória. 2016. 130f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino das Ciências na Educação Básica) - Universidade do Grande Rio, Duque de Caixas, Rio de Janeiro, 2016.
- BEZERRA, A. S. V. **Conceito e representações de função via resolução, proposição e exploração de problemas**: um trabalho com alunos da graduação. 2017. 321f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2017.
- BELLI, A. A. **Percepções de professores dos anos iniciais do ensino fundamental sobre resolução de problemas e competências socioemocionais**. 2017. 105f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2017.
- CAI, J.; HWANG, S. 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.
- COSTA, S. M. **Tangram e resolução de problemas**: desafios e possibilidades. 2019. 129f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2019.
- DELAZERI, G. R. **A competência de resolução de problemas que envolvem o pensamento algébrico**: um experimento no 9º ano do ensino fundamental. 2017. 141f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Luterana do Brasil, Canoas, Rio Grande do Sul, 2017.
- DIAS, R. R. **Aspectos cognitivos e conceituais mobilizados na resolução de problemas de otimização por estudantes de Engenharia**. 2017. 379f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Universidade Anhanguera de São Paulo, São Paulo, 2017.

DOMINGOS, R. M. C. **Resolução de problemas e modelagem matemática**: uma experiência na formação inicial de professores de física e matemática. 2016. 194f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2016.

DUARTE, E. M. **O desenvolvimento de jogos educacionais digitais sob a perspectiva da formulação de problemas e a aprendizagem no ensino superior**. 2020. 245f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2020.

FERNANDES, D. L. **Geometria espacial no ensino médio**: uma abordagem de ensino-aprendizagem-avaliação através da resolução de problemas. 2020. 122f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - Universidade Regional de Blumenau, Santa Catarina, 2020.

FIGUEIREDO, F. F. **Design de problemas com a utilização das tecnologias digitais na formação inicial de professores de matemática**. 2017. 276f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Luterana do Brasil, Canoas, Rio Grande do Sul, 2017.

GROHS, D. O. **Educação financeira crítica**: o caso dos alunos do 2º ano do ensino médio de uma escola de Boca do Acre – AM com mediação de aplicativos móveis. 2020. 191f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2020.

LAMONATO, M.; PASSOS, C.L.B. Discutindo resolução de problemas e exploração-investigação Matemática: reflexões para o ensino de matemática. **Zetetiké**, v.19, n.36, 2011.

LINHARES, I. R. **História na educação matemática**: uma proposta para o ensino de medidas no ensino fundamental. 2016. 101f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação e Docência) - Universidade Federal de Minas, Belo Horizonte, 2016.

LINS, I. M. **O uso de jogos matemáticos na perspectiva da resolução e exploração de problemas no ensino médio**. 2019. 161f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual Paulista, Campina Grande, 2019.

MARTINS, F. C.; ANDRADE, S. Ensino-aprendizagem de sistemas lineares na licenciatura através da exploração-proposição-resolução de problemas. **Revista de Educação Matemática - (REMat)**, São Paulo, v.20, n.1, p.1-19, 2023.

MARTINS, K. N.; GOMES, L. P. S.; De PAULA, M. C. Formação de professores e resolução de problemas nas aulas de matemática: um estudo a partir de pesquisas brasileiras. **Revista Paranaense de Educação Matemática**. v. 12, n. 27, p. 120-138, jan. – abr. 2023.

MARTINS, K. N.; GOMES, L. P. S.; De PAULA, M. C.; ALLEVATO, N. S. G. Orientações didático-pedagógicas para o trabalho com resolução de problemas nas aulas de Matemática. **Educ. Matem. Pesq.**, São Paulo, v. 25, n. 1, p 145-166, 2023.

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

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise textual discursiva**. 3. ed. Ijuí: Unijuí, 2016.

ONUCHIC, L. R. Ensino-aprendizagem de matemática através da resolução de problemas. *In*:

BICUDO, M. A. V. (org.). **Pesquisa em educação matemática: concepções e perspectivas**. São Paulo: Unesp, 1999, p. 129-218.

ONUCHIC, L. R.; ALLEVATO, N. S. G. Pesquisa em resolução de problemas: caminhos, avanços e novas perspectivas. **Bolema - Boletim de Educação Matemática**, Rio Claro, v. 25, n. 41, p. 73-98, dez. 2011.

POLYA, G. **A arte de resolver problemas**. Trad. Heitor Lisboa de Araújo. Rio de Janeiro: Interciência, 2006.

POSSAMAI, J. P.; ALLEVATO, N. S. G. Elaboração/formulação/proposição de problemas em matemática: percepções a partir de pesquisas envolvendo práticas de ensino. **Educação Matemática Debate**, Montes Claros, v. 6, n. 12, p. 1-28, 2022.

ROMANOWSKI, J. P.; ENS, R. T. As pesquisas denominadas do tipo “estado da arte” em educação. **Diálogo e Educação**, Curitiba, v. 6, n. 19, p. 37-50, 2006.

SÁ, M. O. **Estratégias adotadas por estudantes da EJA na resolução de problemas de proporcionalidade**. 2017. 73f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2017.

SCHROEDER, T. L.; LESTER JR., F. K. Developing understanding in mathematics via problem solving. In: TRAFTON, P. R.; SHULTE, A. P. (eds.). **New directions for elementary school mathematics**. Reston: NCTM, 1989 (Year Book).

SILVA, N. A. **Uma situação didática para o ensino de números complexos com foco em eletricidade pela via da engenharia didática**. 2016. 228f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação em Ciências e Matemática) - Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, 2016a.

SILVA, S. P. **O uso da lógica de programação para a educação matemática no ensino médio: experiências com o scratch**. 2016. 135f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Pelotas, Rio Grande do Sul, 2016b.

SILVA, L. E. **Ensino intradisciplinar de matemática através da resolução de problemas: o caso do *Algeblocks***. 2018. 218f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Universidade Estadual Paulista Julio Mesquita Filho, Rio Claro, 2018.

SILVA, E. M. **As potencialidades da resolução de problemas e do geogebra em problemas de otimização do cálculo diferencial**. 2020. 159f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2020.

SOUZA, S. A. **A formulação e resolução de problemas geométricos com base em sólidos geométricos**. 2016. 155f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina grande, 2016.

TEIXEIRA, A. S. M. **O uso do geogebra na resolução de problemas de geometria espacial: uma experiência com alunos do 4º ano do ensino fundamental**. 2020. 160f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) - Universidade Estadual de Roraima, Boa Vista, 2020.

VALÉRIO, W. **Resolução de problemas, uma abordagem com questões da OBMEP em sala de aula**. 2016. 89f. Dissertação (Programa de Mestrado Profissional em Matemática) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2016.

VIEIRA, G. **Tarefas exploratório-investigativas e a construção de conhecimentos sobre figuras geométricas espaciais**. 2016. 169f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2016.

VILAS BÔAS, J.; BARBOSA, J. C. O uso de manipuláveis na participação dos alunos em uma aula de matemática. **Em Teia – Revista de Educação Matemática e Tecnológica Ibero-americana**, v.4, p.01-17, 2013.