

Tecnologias digitais no ensino de geometria: uma revisão sistemática da literatura

Digital technologies in geometry teaching: a systematic literature review

Tecnologías digitales en la enseñanza de la geometría: una revisión sistemática de la literatura

Les technologies numériques dans l'enseignement de la géométrie : une revue systématique de la littérature

Maria Raiane da Silva¹

Universidade Federal do ABC (UFABC)

Mestra em Ensino e História das Ciências e da Matemática

<https://orcid.org/0000-0002-8343-3682>

Vinícius Pazuch²

Professor Adjunto da Universidade Federal do ABC – UFABC

Doutor em Ensino de Ciências e Matemática

<https://orcid.org/0000-0001-6997-1110>

Resumo

As tecnologias digitais (TD) no ensino de geometria são um dos temas emergentes em educação matemática. O objetivo deste artigo é *apresentar uma revisão sistemática de literatura relacionada à integração de TD no ensino de geometria*. Discutem-se duas questões norteadoras: *Quais as principais lacunas associadas ao ensino de Geometria? Como as TD podem contribuir com o ensino de Geometria?* Para tanto, analisaram-se 30 artigos, selecionados de periódicos nacionais e internacionais. As análises verticais e horizontais destacaram seis aspectos para compreensão de cada artigo. Em relação às lacunas, os resultados apontam desde a falta de versatilidade dos professores diante das TD até a escassez de disciplinas que potencializam o ensino de geometria durante a formação inicial. Entre as vantagens, evidencia-se que as TD permitem abordagens diversificadas e dinâmicas que podem contribuir para o avanço da compreensão conceitual dos objetos geométricos por parte dos estudantes.

Palavras-chave: Pesquisa bibliográfica, Softwares de geometria dinâmica, Educação matemática.

¹ maria.raiane@ufabc.edu.br

² vinicius.pazuch@ufabc.edu.br

Abstract

Digital technologies (DTs) in geometry teaching are one of the emerging themes in mathematics education. This article aims to present a systematic literature review on the integration of DTs in geometry teaching. Two guiding questions are discussed: What are the main gaps associated with geometry teaching? How can DTs contribute to geometry teaching? To this end, 30 articles selected from national and international journals were analyzed. In the vertical and horizontal analyses, six aspects stood out for understanding each article. Concerning gaps, the results point from teachers' lack of versatility in the face of DTs to the scarcity of subjects that boost geometry teaching during initial education. Among the advantages, it is clear that DTs allow diverse and dynamic approaches, which can contribute to the advancement of students' conceptual understanding of geometric objects.

Keywords: Bibliographic research, Dynamic geometry software, Mathematics education.

Resumen

Las tecnologías digitales (DT) en la enseñanza de la geometría son uno de los temas emergentes en la educación matemática. El objetivo de este artículo es presentar una revisión sistemática de la literatura relacionada con la integración de las DT en la enseñanza de la geometría. Se discuten dos preguntas orientadoras: ¿Cuáles son las principales brechas asociadas a la enseñanza de la geometría? ¿Cómo puede contribuir la DT a la enseñanza de la geometría? Para ello, se analizaron 30 artículos, seleccionados de revistas nacionales e internacionales. En los análisis verticales y horizontales se destacaron seis aspectos para la comprensión de cada artículo. En relación a las fallas, los resultados apuntan desde la falta de polivalencia de los docentes frente a las DT hasta la escasez de asignaturas que potencien la enseñanza de la geometría durante la formación inicial. Entre las ventajas, está claro que las DT permiten enfoques diversos y dinámicos, que pueden contribuir al avance de la comprensión conceptual de los objetos geométricos por parte de los estudiantes.

Palabras clave: Investigación bibliográfica, Software de geometría dinámica, Educación matemática.

Résumé

Les technologies numériques (DT) dans l'enseignement de la géométrie sont l'une des thématiques émergentes dans l'enseignement des mathématiques. L'objectif de cet article est de présenter une revue systématique de la littérature liée à l'intégration du DT dans l'enseignement de la géométrie. Deux questions directrices sont abordées : Quelles sont les principales lacunes associées à l'enseignement de la géométrie ? et Comment DT peut-il contribuer à l'enseignement de la géométrie ? À cette fin, 30 articles ont été analysés, sélectionnés dans des revues nationales et internationales. Dans les analyses verticales et horizontales, six aspects ressortent pour la compréhension de chaque article. En ce qui concerne les lacunes, les résultats pointent du manque de polyvalence des enseignants face au DT à la rareté des matières qui valorisent l'enseignement de la géométrie lors de la formation initiale. Parmi les avantages, il est clair que le DT permet des approches diverses et dynamiques, qui peuvent contribuer à l'avancement de la compréhension conceptuelle des objets géométriques par les étudiants.

Mots-clés: Recherche bibliographique, Logiciel de géométrie dynamique, Éducation des mathématiques.

Tecnologias digitais no ensino de geometria: uma revisão sistemática da literatura

O ensino de geometria no Brasil percorreu diversas fases, incluindo períodos de abandono, particularmente entre as camadas populares. Tal cenário se agravou ainda mais entre as décadas de 1970 e 1980, em razão da influência do Movimento da Matemática Moderna. Nesse período, a abordagem dos conteúdos matemáticos passou a dar ênfase à linguagem de conjuntos, dificultando a compreensão dos conceitos geométricos e favorecendo seu afastamento da sala de aula. Assim, o pouco contato dos professores com a geometria contribuiu para que as práticas escolares apresentassem lacunas na abordagem de ensino, prevalecendo até os dias atuais, impactando no desenvolvimento do pensamento geométrico por parte dos estudantes (Santos & Nacarato, 2021).

O pensamento geométrico pode ser entendido como a capacidade mental de produzir conhecimentos em geometria. Para Gravina (2001), seu desenvolvimento se dá mediante a análise de formas –inicialmente abstraídas de nossa realidade– bem como por meio da dedução de teoremas e demonstrações, determinadas com base em inferência lógica. Nesse sentido, Santos e Nacarato (2021) ressaltam a importância dos recursos didáticos no desenvolvimento dessa forma de pensar. Para estes autores, a diversidade de materiais que os professores disponibilizam aos estudantes os permitem alcançar níveis mais elevados de pensamento geométrico, ao envolver a manipulação, o desenho, a visualização e a construção de imagens mentais sobre os objetos estudados. Dentre estes recursos didáticos situamos as tecnologias digitais (TD).

No contexto escolar, Krackeeker, Burigato e Santos (2017) vislumbram as TD como um recurso capaz de promover uma educação mais coerente diante das necessidades da sociedade atual, auxiliando na aprendizagem, criando espaços de integração e comunicação, aumentando as possibilidades de expressão criativa, de realização de projetos e reflexões críticas, além de serem importantes para a resolução de problemas. Assim, atrelada a essas noções, esta pesquisa busca *apresentar um breve panorama relacionado à integração de TD no ensino de geometria por meio de uma revisão sistemática de literatura*. Discutem-se duas questões norteadoras: *Quais as principais lacunas associadas ao ensino de geometria? Como as TD podem contribuir com o ensino de geometria?*

Uma revisão sistemática é uma forma de pesquisa de revisão que usa como fonte de dados a literatura existente sobre determinado tema. Nela disponibiliza-se um resumo das evidências associadas a uma investigação específica mediante a aplicação de métodos

bem definidos e sistematizados de busca, apreciação crítica e síntese da informação selecionada (Sampaio & Mancini, 2006). O conjunto de artigos que serviu de base para esta revisão foi construído por meio de consultas em periódicos nacionais e internacionais, com o emprego dos procedimentos metodológicos. Após essa descrição, serão apresentadas as análises verticais –compostas pelos artigos selecionados– e as horizontais, em que se faz a comparação desses procedimentos, tendo como parâmetro seis aspectos específicos. Por fim, as questões de pesquisas serão retomadas, no intuito de discutir os resultados e as conclusões e indicar possibilidades para pesquisas futuras.

Procedimentos metodológicos

Inicialmente, decidimos que este levantamento de artigos seria feito em periódicos relacionados à educação matemática ou naqueles que incluíssem artigos associados a essa temática. Deveríamos consultar tanto periódicos nacionais como internacionais para obter um panorama mais abrangente sobre o uso e potencialidades associadas às tecnologias digitais nas aulas de matemática, em particular ao se trabalhar com os tópicos de geometria plana e espacial.

Em nível nacional, tendo como fundamento a classificação *Qualis*, feita pela Coordenação de Pessoal de Nível Superior (Capes) na área de ensino, no quadriênio 2013 – 2016³, selecionamos 11 periódicos com estratos entre A1 e B2, de modo que houvesse ao menos um representante de cada região brasileira. Posteriormente, para a busca dos artigos, utilizamos dois descritores, *geometria* e *tecnologias digitais*, pesquisados separadamente. Entre os resultados disponíveis, foram escolhidos aqueles relacionados à geometria que mencionassem alguma tecnologia digital no título, no resumo e/ou nas palavras-chave. Assim, ao todo, 51 artigos dentro do recorte temporal desejado, agosto de 2016 - agosto de 2021, foram selecionados. Desses, foram excluídos aqueles que não se referiam à formação continuada de professores, aos anos finais do ensino fundamental ou ao ensino médio. Por fim, restaram dez periódicos e 26 artigos, distribuídos nas cinco regiões brasileiras, conforme a Tabela 1.

Tabela 1.

Distribuição dos artigos nacionais por região e periódico

| Região | Periódico | Número de artigos |
|--------------|--|-------------------|
| Centro-Oeste | <i>Perspectivas da Educação Matemática</i> | 4 |
| Nordeste | <i>Em Teia: Revista de Educação Matemática e Tecnológica</i> | 1 |

³ Classificação mais recente disponível no período de realização da busca e da definição do corpus de artigos.

| | <i>Iberoamericana</i> | |
|----------|--|---|
| Nordeste | <i>Revista Sergipana de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana</i> | 4 |
| Norte | <i>Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática</i> | 1 |
| Norte | <i>REMATEC: Revista Matemática, Ensino e Cultura</i> | 3 |
| Sudeste | <i>EMP: Educação Matemática Pesquisa</i> | 2 |
| Sudeste | <i>BOLEMA: Boletim de Educação Matemática</i> | 2 |
| Sudeste | <i>Zetetiké</i> | 1 |
| Sul | <i>REVEMAT: Revista Eletrônica de Educação Matemática</i> | 4 |
| Sul | <i>BOEM: Boletim Online de Educação Matemática</i> | 4 |

Já em escala internacional, tendo como base os mesmos fundamentos descritos anteriormente, três periódicos foram selecionados. Adotando como descritores, *geometry* e *digital technologies* e seguindo a mesma lógica aplicada aos artigos nacionais, obtivemos 14 artigos dentro do recorte temporal considerado. Em seguida, aplicamos os critérios de exclusão já mencionados, dos quais resultaram quatro artigos, conforme pode ser observado no Tabela 2.

Tabela 2.

Distribuição dos artigos internacionais por local e periódico

| Local | Periódico | Número de artigos |
|--------------|--|--------------------------|
| Europa | <i>UNIÓN: Revista Iberoamericana de Educación Matemática</i> | 1 |
| Europa | <i>ZDM: Mathematics Education</i> | 2 |
| Europa | <i>Educational Studies in Mathematics</i> | 1 |

Por fim, após as buscas, foram encontrados 65 artigos, que, após a aplicação dos filtros, resultaram na seleção de 30 artigos. Com base nessa metodologia para a seleção, passamos à análise, explicitada e relatada a seguir.

Definição dos aspectos de análise

A presente revisão sistemática de literatura busca responder dois questionamentos: *Quais as principais lacunas associadas ao ensino de geometria? Como as TD podem contribuir com o ensino de geometria?* Para tanto, estruturalmente, serão contempladas duas etapas: análise vertical e análise horizontal.

Na análise vertical, cada artigo que compõe o conjunto de dados como unidade de análise é resumido em um sistema de classificação que inclui alguns aspectos de interesse. Já na análise horizontal, o foco deixa de ser o artigo como um todo e se centra no estudo de categorias previamente definidas, estabelecendo-se comparações entre os artigos selecionados (Depaepe, Verschaffel & Kelchtermans, 2013).

Assim, nesta análise vertical, apresentaremos os objetivos e as TD destacadas ao longo do estudo para os 30 artigos de interesse. Posteriormente, na análise horizontal, o corpus será analisado com base em seis categorias: (1) foco da investigação: objetivo do artigo ou questão de pesquisa, (2) nível de ensino, (3) formação continuada de professores, (4) conteúdo matemático, (5) lacunas associadas ao ensino e à aprendizagem de geometria, e (6) resultados, conclusões e considerações finais (Gumiero & Pazuch, 2020).

Apresentação e discussão dos materiais

Nesta seção de apresentação dos resultados, iniciaremos pela análise vertical e passaremos em seguida para a análise horizontal, buscando detalhar o conteúdo dos artigos selecionados nesta revisão sistemática de literatura. O corpus de análise encontra-se descrito na Tabela 3.

Tabela 3.

Artigos analisados

| Autor | Título | Ano |
|-------------------------|---|------------|
| Bastos, Galvão, & Souza | O ensino de perspectiva para alunos do ensino médio num ambiente de Geometria Dinâmica | 2019 |
| Fassio | Da cartolina ao computador: uma proposta para o estudo de geometria | 2020 |
| Rodrigues & Kaiber | Geometria Espacial no Ensino Médio: contribuições da utilização de uma Unidade de Ensino e Aprendizagem (UEA) | 2019 |
| Moran & Franco | O uso de tratamentos em registros figurais: representações na forma de material manipulável, <i>software</i> e expressão gráfica | 2020 |
| Rodrigues & Bellemain | A comparação de áreas de figuras planas em diferentes ambientes: papel e lápis, materiais manipulativos e no <i>Apprenti Géomètre 2</i> | 2016 |
| Pouzada et al. | Potencialidades, desafios e dificuldades de ensinar Geometria por meio das tecnologias | 2020 |
| Cabral & Almeida | Semelhança de triângulos e GeoGebra: uma alternativa de ensino por meio de representações dinâmicas | 2020 |
| Jesus & Pereira | Cálculo de áreas de quadriláteros irregulares: uma análise das contribuições de uma sequência didática | 2019 |
| Henrique & Bairral | Tecnologias Digitais móveis e metáforas: campos que se encontram em conceitos geométricos | 2020 |
| Silva & Bellemain | <i>Magnitude Studium</i> : um micromundo para o ensino de área e perímetro | 2020 |

| | | |
|-------------------------------|--|------|
| Lecrer & Pazuch | Reflexão sobre o processo de elaboração de tarefas de geometria espacial em um movimento formativo de professores | 2021 |
| Sánchez, Castillo, & Luque | Tecnologías Digitales y la Geometria Escolar: El GeoGebra para la enseñanza del teorema de Pitágoras | 2021 |
| Batista & Paulo | Ver e visualizar em Geometria: uma experiência com o <i>software</i> GeoGebra | 2021 |
| Henrique & Bairral | Retas que se cruzam e dedos que se movem com dispositivos de geometria dinâmica | 2019 |
| Oliveira & Lima | Estratégias didáticas com tecnologias na formação continuada de professores de Matemática: uma investigação sobre homotetia | 2018 |
| Ramírez, Goycochea, & Osorio | Tipificación de argumentos producidos por las prácticas matemáticas de alumnos del nivel medio en ambientes de geometria dinámica | 2021 |
| Oliveira & Gonçalves | Construções em Geometria Euclidiana Plana: as perspectivas abertas por estratégias didáticas com tecnologias | 2018 |
| Powell & Pazuch | Tarefas e justificativas de professores em ambientes colaborativos de geometria dinâmica | 2016 |
| Volpatto, Fortes, & Silveira | Um estudo de caso envolvendo a aplicação do <i>software</i> educacional de geometria espacial | 2018 |
| Portella & Leivas | Uso do <i>software</i> GeoGebra para desenvolver conhecimentos acerca de algumas propriedades da circunferência | 2017 |
| Krakecker, Burigato, & Santos | Uma discussão sobre a definição de trapézio por meio do <i>software</i> GeoGebra | 2017 |
| Viana & Silva | Raciocínio geométrico e aprendizagem de congruência de triângulos | 2020 |
| Gutiérrez-Araujo & Pazuch | Elaboração de objetos de aprendizagem com o <i>software</i> GeoGebra para o ensino de geometria | 2018 |
| Rovetta & Silva | Potencialidades da rede social <i>Facebook</i> como um espaço complementar à sala de aula durante o estudo de sólidos geométricos: discussão de um produto educacional | 2018 |
| Ferreira & Scortegagna | Ensinando perímetro e área de figuras geométricas planas usando o <i>software</i> Geogebra | 2018 |
| Ballejo & Viali | Aprendizagem de conceitos de área e perímetro com o 6º do ensino fundamental | 2018 |
| Guimarães et al. | Uso de teléfonos inteligentes en la investigación sobre las propiedades de los cuadriláteros | 2021 |
| Greefrath, Hertleif, & Siller | Mathematical modelling with digital tools - a quantitative study on mathematising with dynamic geometry software | 2018 |

| | | |
|---------------------------|---|------|
| Fujita, Jones, & Miyazaki | Learners' use of domain-specific computer-based feedback to overcome logical circularity in deductive proving in geometry | 2018 |
| Mithalal & Balacheff | The instrumental deconstruction as a link between drawing and geometrical figure. Educational Studies in Mathematics | 2019 |

Análise vertical

Na tabela abaixo explicitamos o objetivo e as TD destacadas ao longo dos artigos selecionados.

Tabela 4.

Objetivos e TD citados nos artigos que compõem o corpus de análise

| Autor | Objetivo | TD utilizadas |
|--------------------------------|--|----------------------------|
| Bastos, Galvão, & Souza (2019) | Organizar um conjunto de atividades que pudesse introduzir as ideias geométricas associadas às técnicas de perspectiva para alunos do ensino médio, considerando seu percurso histórico. | GeoGebra |
| Fassio (2020) | Estudar o envolvimento de alunos dos anos finais do Ensino Fundamental, em uma proposta associada à geometria plana, que explorou diferentes materiais manipulativos e o software Geogebra ⁴ . | GeoGebra |
| Rodrigues & Kaiber (2019) | Analisar as contribuições de uma Unidade de Ensino e Aprendizagem, baseada no uso de TD, para o desenvolvimento de tópicos relacionados à geometria espacial. | GeoGebra |
| Moran & Franco (2020) | Analisar os tratamentos figurais ao longo do desenvolvimento de uma tarefa de geometria, recorrendo a três representações: material manipulável, GeoGebra e expressão gráfica. | GeoGebra |
| Rodrigues & Bellemain (2016) | Discutir como estudantes do ensino fundamental lidam com uma tarefa focada na comparação de áreas de figuras em três ambientes: papel e lápis, materiais manipulativos e o software de geometria dinâmica <i>Apprenti Géomètre 2</i> . | <i>Apprenti Géomètre 2</i> |
| Pouzada et al. (2020) | Analisar o discurso de professores de matemática da educação básica, participantes de uma turma de especialização, para compreender as potencialidades, os desafios e as dificuldades associadas ao uso de TD no ensino de geometria. | - |
| Cabral & Almeida (2020) | Analisar se atividades com enfoque em representações dinâmicas contribuem para o desenvolvimento de conhecimentos associados ao tema de semelhança de triângulos. | GeoGebra |

⁴ A partir desse momento, passaremos a nos referir ao software GeoGebra apenas como GeoGebra.

| | | |
|-------------------------------------|---|---------------------------------|
| Jesuz & Pereira (2019) | Analisar as contribuições de uma sequência didática baseada na área de quadriláteros irregulares para o estudo da articulação entre a história da matemática e as TD. | GeoGebra |
| Henrique & Bairral (2020) | Analisar o uso de metáforas em um ambiente de aprendizagem que busca estimular discussões conceituais e o uso de <i>smartphones</i> em atividades de geometria. | <i>Smartphones</i> |
| Silva & Bellemain (2020) | Explicitar aspectos da concepção e do desenvolvimento de um micromundo, chamado de <i>Magnitude Studium</i> , criado para atuar como suporte ao professor ao longo do ensino dos conceitos de área e perímetro. | <i>Magnitude Studium</i> |
| Lecher & Pazuch (2021) | Analisar a elaboração de tarefas investigativas relacionadas ao ensino de geometria espacial e o uso do GeoGebra por professores de matemática, no decorrer de um curso de extensão. | GeoGebra |
| Sánchez, Castillo, & Luque (2021) | Estudar a aplicação de duas sequências de atividades para abordar o teorema de Pitágoras, por meio do GeoGebra. | GeoGebra |
| Batista & Paulo (2021) | Apresentar o relato de uma experiência vivenciada por professores de matemática da educação básica, participantes de um processo formativo. | GeoGebra |
| Henrique & Bairral (2019) | Levantar contribuições e desafios, associados ao aprendizado de retas paralelas cortadas por uma transversal. | GeoGebra para <i>smartphone</i> |
| Oliveira & Lima (2018) | Constituir estratégias didáticas para a aprimoração e a ressignificação dos conhecimentos de professores acerca do conceito de homotetia. | GeoGebra |
| Ramírez, Goycochea, & Osorio (2021) | Identificar e descrever os tipos de argumentos utilizados por alunos do ensino médio, ao realizar atividades utilizando o GeoGebra. | GeoGebra |
| Oliveira & Gonçalves (2018) | Analisar de que maneira uma abordagem de ensino, baseada na utilização de situações didáticas atreladas ao uso do software SuperLogo, pode contribuir no processo de construção de aprendizagens significativas associadas às construções geométricas. | SuperLogo |
| Powell & Pazuch (2016) | Refletir a respeito das justificativas geométricas elaboradas por professores de matemática, participantes de um curso de extensão, além da análise de suas resoluções de uma tarefa relacionada aos quadriláteros e suas bissetrizes, no ambiente <i>Virtual Math Teams with GeoGebra</i> (VMTwG). | (VMTwG) |
| Volpatto, Fortes, & Silveira (2018) | Realizar um estudo de caso com alunos do ensino médio, abordando temas pertencentes à geometria espacial. | GeoGebra |
| Portella & Leivas (2017) | Utilizar a tecnologia para analisar a apropriação de propriedades referentes à circunferência, no ensino fundamental | GeoGebra |
| Krakecker, Burigato, & | Discutir um estudo realizado com professores de matemática estudantes de mestrado, que objetivou analisar as possibilidades de aprendizagem proporcionadas por um | GeoGebra |

| | | |
|--------------------------------------|---|---------------------------------------|
| Santos (2017) | processo cooperativo baseado no uso do GeoGebra, para a resolução de uma atividade referente à definição de trapézio. | |
| Viana & Silva (2020) | Identificar os avanços no raciocínio geométrico de um grupo de alunos do ensino fundamental, por meio da aplicação de uma proposta didática relacionada ao tema de congruência de triângulos, a partir da manifestação das habilidades visual e lógica | Slides, animações e GeoGebra |
| Gutiérrez-Araujo & Pazuch (2018) | Descrever a elaboração de um objeto de aprendizagem utilizando o GeoGebra, com o intuito de facilitar a exploração e a validação de propriedades geométricas trabalhadas nos anos finais do ensino fundamental. | GeoGebra |
| Rovetta & Silva (2018) | Expor as contribuições de um produto educacional denominado <i>Geometria nas redes sociais: curta essa ideia!</i> | Facebook |
| Ferreira & Scortegagna (2018) | Apresenta o produto educacional <i>Ensinando perímetro e área de figuras geométricas planas usando o GeoGebra.</i> | GeoGebra |
| Ballejo & Viali (2018) | Descrever como o GeoGebra pode contribuir na construção dos conceitos de perímetro e área por alunos do ensino fundamental. | GeoGebra |
| Guimarães et al. (2021) | Investigar se o uso do aplicativo GeoGebra para celular contribui com o processo de levantamento de conjecturas e justificativas matemáticas elaboradas pelos estudantes. | GeoGebra para <i>smartphone</i> |
| Greefrath, Hertleif, & Siller (2018) | Responder duas questões: (i) “Existe alguma diferença em relação à competência de matematização entre alunos que aprendem modelagem matemática com ou sem o uso de softwares de geometria dinâmica?”; (ii) “Existe relação entre a autoeficácia relacionada ao programa e as atitudes face à aprendizagem com o GeoGebra e o desenvolvimento da matematização, ao aprender a modelar utilizando um software de geometria dinâmica?” | GeoGebra |
| Fujita, Jones, & Miyazaki (2018) | Estudar como os alunos podem ser auxiliados na superação da circularidade lógica durante a construção de provas dedutivas, além de investigar como o <i>feedback</i> baseado em computador apoia esse processo | <i>Feedback</i> baseado em computador |
| Mithalal & Balacheff (2019) | Examinar como é possível superar a lacuna entre problemas envolvendo desenhos e figuras, nos processos de ensino e aprendizagem de geometria. | <i>Cabri Géomètre</i> |

Análise Horizontal

Nesta seção, apresentamos as comparações estabelecidas entre os artigos selecionados, considerando as seis categorias de interesse já mencionados e explicitados abaixo, sequencialmente.

Foco da investigação: objetivo do artigo e/ou questão de pesquisa

Considerando os objetivos e/ou a questão de pesquisa dos artigos selecionados, foi possível identificar cinco categorias dos estudos analisados: (A) *Aprendizagem e desenvolvimento do estudante*: análise das contribuições de intervenções didáticas diferenciadas no processo de apropriação do conhecimento matemático pelos estudantes; (B) *Aprendizagem e desenvolvimento profissional docente*: exploração de meios para potencializar a aprendizagem do professor; (C) *Conhecimento profissional docente*⁵: abordagem de conhecimentos produzidos pelos professores na ação, no âmbito de sua profissão (D) *Concepções dos estudantes*: estudo das concepções dos alunos em relação aos conteúdos matemáticos; e (E) *Apresentação de recursos digitais*: proposição de materiais baseados em TD. Na Tabela 5, os artigos são relacionados a estas subcategorias.

Tabela 5.

Categorização dos objetivos e/ou questões de pesquisa dos artigos selecionados

| Autores | A | B | C | D | E |
|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Bastos et al. (2019) | | | | | |
| Fassio (2020) | | | | | |
| Rodrigues & Kaiber (2019) | | | | | |
| Moran & Franco (2020) | | | | | |
| Rodrigues & Bellemain (2016) | | | | | |
| Pouzada et al. (2020) | | | | | |
| Cabral & Almeida (2020) | | | | | |
| Jesuz & Pereira (2020) | | | | | |
| Henrique & Bairral (2020) | | | | | |
| Silva & Bellemain (2020) | | | | | |
| Lecrer & Pazuch (2021) | | | | | |
| Sánchez et al. (2021) | | | | | |
| Batista & Paulo (2021) | | | | | |
| Henrique & Bairral (2019) | | | | | |
| Oliveira & Lima (2018) | | | | | |

⁵ “Um conhecimento que está na docência, isto é, que se elabora na ação (contingente); que está na profissão, isto é, que se define numa dinâmica de partilha e de co-construção (coletivo); um conhecimento que está na sociedade, isto é, que se projeta para fora da esfera profissional e se afirma num espaço mais amplo (público)” (Nóvoa, 2022, p. 8).

| | | | | | |
|----------------------------------|--|--|--|--|--|
| Ramírez et al. (2021) | | | | | |
| Oliveira & Gonçalves (2018) | | | | | |
| Powell & Pazuch (2016) | | | | | |
| Volpatto et al. (2018) | | | | | |
| Portella & Leivas (2017) | | | | | |
| Krakecker et al. (2017) | | | | | |
| Viana & Silva (2020) | | | | | |
| Gutiérrez-Araújo & Pazuch (2018) | | | | | |
| Rovetta & Silva (2018) | | | | | |
| Ferreira & Scortegagna (2018) | | | | | |
| Ballejo & Viali (2018) | | | | | |
| Guimarães et al. (2021) | | | | | |
| Greefrath et al. (2018) | | | | | |
| Fujita et al. (2018) | | | | | |
| Mithalal & Balacheff (2018) | | | | | |

Nível de ensino

Em relação ao nível de ensino, dos 30 artigos selecionados, 23 se referiam a pesquisas realizadas com estudantes do (A) *ensino fundamental* ou (B) *ensino médio* ou eram destinadas a eles, no caso dos recursos educacionais, conforme pode ser visto na Tabela 6.

Tabela 6.

Nível de ensino explorado nas pesquisas

| Autores | A | B |
|------------------------------|----------|----------|
| Bastos et al. (2019) | | |
| Fassio (2020) | | |
| Rodrigues & Kaiber (2019) | | |
| Rodrigues & Bellemain (2016) | | |
| Cabral & Almeida (2020) | | |
| Jesuz & Pereira (2020) | | |
| Henrique & Bairral (2020) | | |

| | | |
|----------------------------------|--|--|
| Silva & Bellemain (2020) | | |
| Sánchez et al. (2021) | | |
| Henrique & Bairral (2019) | | |
| Ramírez et al. (2021) | | |
| Oliveira & Gonçalves (2018) | | |
| Volpatto et al. (2018) | | |
| Portella & Leivas (2017) | | |
| Viana & Silva (2020) | | |
| Gutiérrez-Araújo & Pazuch (2018) | | |
| Rovetta & Silva (2018) | | |
| Ferreira & Scortegagna (2018) | | |
| Ballejo & Viali (2018) | | |
| Guimarães et al. (2021) | | |
| Greefrath et al. (2018) | | |
| Fujita et al. (2018) | | |
| Mithalal & Balacheff (2018) | | |

Formação continuada de professores

Entre os artigos selecionados, seis apresentaram pesquisas desenvolvidas com professores participantes de processos de formação continuada, que podem ser agrupadas em três subcategorias: (A) *Especialização*; (B) *Curso de formação*; e (C) *Mestrado*. Apenas dois estudos (Moran & Franco, 2020; Fujita et al., 2018) tiveram como participantes –ou entre eles– professores atuantes na educação básica ou estagiários que não faziam parte de processo de formação continuada.

Tabela 7.

Etapas de formação continuada explorada nas pesquisas

| Autores | A | B | C |
|------------------------|----------|----------|----------|
| Pouzada et al. (2020) | | | |
| Lecrer & Pazuch (2021) | | | |
| Batista & Paulo (2021) | | | |
| Oliveira & Lima (2018) | | | |

| | | | |
|-------------------------|--|--|--|
| Powell & Pazuch (2016) | | | |
| Krakecker et al. (2017) | | | |

Conteúdo matemático

Em relação ao conteúdo matemático abordado, os artigos foram separados em duas subcategorias: (A) *Geometria Plana*. (B) *Geometria Espacial*. Dois deles (Greefrath et al., 2018; Pouzada et al., 2020) não se referiram, de forma específica, ao conteúdo geométrico considerado.

Tabela 8.

Conteúdo matemático explorado nas pesquisas

| Autores | A | B |
|------------------------------|----------|----------|
| Bastos et al. (2019) | | |
| Fassio (2020) | | |
| Rodrigues & Kaiber (2019) | | |
| Moran & Franco (2020) | | |
| Rodrigues & Bellemain (2016) | | |
| Cabral & Almeida (2020) | | |
| Jesuz & Pereira (2020) | | |
| Henrique & Bairral (2020) | | |
| Silva & Bellemain (2020) | | |
| Lecrer & Pazuch (2021) | | |
| Sánchez et al. (2021) | | |
| Batista & Paulo (2021) | | |
| Henrique & Bairral (2019) | | |
| Oliveira & Lima (2018) | | |
| Ramírez et al. (2021) | | |
| Oliveira & Gonçalves (2018) | | |
| Powell & Pazuch (2016) | | |
| Volpatto et al. (2018) | | |
| Portella & Leivas (2017) | | |
| Krakecker et al. (2017) | | |
| Viana & Silva (2020) | | |

| | | |
|----------------------------------|--|--|
| Gutiérrez-Araújo & Pazuch (2018) | | |
| Rovetta & Silva (2018) | | |
| Ferreira & Scortegagna (2018) | | |
| Ballejo & Viali (2018) | | |
| Guimarães et al. (2021) | | |
| Fujita et al. (2018) | | |
| Mithalal & Balacheff (2018) | | |

Lacunas associadas ao ensino e à aprendizagem de geometria

Primeiramente, nem todos os artigos selecionados apresentaram, de forma explícita, lacunas associadas ao ensino e à aprendizagem de geometria. Entretanto, a partir da análise dos oito trabalhos que abordaram essa informação, identificamos seis subcategorias.

Tabela 9.

Lacunas associadas ao ensino e à aprendizagem de geometria identificadas nas pesquisas

| Categorias | Autores |
|--|---|
| Descompasso na integração entre as TD e a sala de aula. | Guimarães et al. (2021) |
| Baixa versatilidade dos professores diante das TD. | Fassio (2021). Pouzada et al. (2020) Guimarães et al. (2021) |
| Ausência de TD nos ambientes escolares. | Pouzada et al. (2020) Guimarães et al. (2021) |
| Prevalência de abordagens de ensino monótonas e descontextualizadas. | Rodrigues & Kaiber (2019) Cabral & Almeida (2020) Jesus & Pereira (2020) Henrique & Bairral (2019) Ballejo & Viali (2018) |
| Falta de aprimoração do pensamento espacial e do raciocínio exploratório. | Cabral & Almeida (2020) |
| Escassez de disciplinas na licenciatura que potencializem o ensino de geometria. | Pouzada et al. (2020) Rodrigues & Kaiber (2019) |

Resultados, conclusões e considerações finais

Analisando os resultados, as conclusões e as considerações finais dos artigos estudados, constatamos que apenas o trabalho de Greefrath et al. (2018) afirma que o uso de software de geometria dinâmica não provocou mudanças significativas na

aprendizagem dos estudantes alvo de sua intervenção. Entre os demais, destacamos dez categorias resultantes das considerações realizadas pelos pesquisadores em relação ao uso dos recursos tecnológicos e os processos de ensino e de aprendizagem em geometria.

Tabela 10.

Distribuição dos resultados, conclusões e considerações finais das pesquisas

| Subcategorias | Autores |
|---|---|
| Interesse dos estudantes. | Bastos et al. (2019) Sánchez et al. (2021) Henrique & Bairral (2019) Volpatto et al. (2018) Ballejo & Viali (2018) |
| Melhoria da aprendizagem dos conceitos geométricos. | Bastos et al. (2019) Fassio (2020) Rodrigues & Kaiber (2019) Moran & Franco (2020) Rodrigues & Bellemain (2016) Pouzada et al. (2020) Cabral & Almeida (2020) Jesus & Pereira (2020) Henrique & Bairral (2020) Silva & Bellemain (2020) Lecker & Pazuch (2021) Sánchez et al. (2021) Batista & Paulo (2021) Henrique & Bairral (2019) Oliveira & Lima (2018) Oliveira & Gonçalves (2018) Powell & Pazuch (2016) Volpatto et al. (2018) Portella & Leivas (2017) Krakecker et al. (2017) Gutiérrez-Araujo & Pazuch (2018) Rovetta & Silva (2018) Ferreira & Scortegagna (2018) Ballejo & Viali (2018) Guimarães et al. (2021) Fujita et al. (2018) Mithalal & Balacheff (2018) |
| Ampliação da dinamicidade em aulas de matemática | Henrique & Bairral (2020) Batista & Paulo (2021) Henrique & Bairral (2019) Volpatto et al. (2018) |
| Elaboração de situações de aprendizagem variadas. | Bastos et al. (2019) Silva & Bellemain (2020) |
| | Rodrigues & Kaiber (2019) Moran & Franco (2020) Rodrigues & Bellemain (2016) Pouzada et al. (2020) Silva & Bellemain (2020) Lecker & Pazuch (2021) |

| | |
|---|---|
| Possibilidade de construção e avanço na visualização dos sólidos geométricos. | Sánchez et al. (2021) Batista & Paulo (2021) Ramírez et al. (2021) Oliveira & Gonçalves (2018) Powell & Pazuch (2016) Volpatto et al. (2018) Portella & Leivas (2017) Kraecker et al. (2017) Viana & Silva (2020) Gutiérrez-Araujo & Pazuch (2018) Rovetta & Silva (2018) Ferreira & Scortegagna (2018) Guimarães et al. (2021) |
| Potencialização da exploração e da validação de propriedades geométricas. | Lecker & Pazuch (2021) Batista & Paulo (2021) Henrique & Bairral (2019) Oliveira & Lima (2018) Oliveira & Gonçalves (2018) Powell & Pazuch (2016) Volpatto et al. (2018) Portella & Leivas (2017) Kraecker et al. (2017) Gutiérrez-Araujo & Pazuch (2018) Rovetta & Silva (2018) Ferreira & Scortegagna (2018) Guimarães et al. (2021) Mithalal & Balacheff (2018) |
| Auxílio na argumentação e na elaboração de conjecturas. | Rodrigues & Kaiber (2019) Cabral & Almeida (2020) Jesus & Pereira (2020) Henrique & Bairral (2020) Lecker & Pazuch (2021) Sánchez et al. (2021) Powell & Pazuch (2016) Kraecker et al. (2017) Gutiérrez-Araujo & Pazuch (2018) Rovetta & Silva (2018) Ferreira & Scortegagna (2018) Guimarães et al. (2021) Fujita et al. (2018) |
| Auxílio na transição de esquemas mentais concretos para os abstratos. | Bastos et al. (2019) Volpatto et al. (2018) Portella & Leivas (2017) Mithalal & Balacheff (2018) |
| Dispensa de habilidades de desenho. | Bastos et al. (2019) Fassio (2020) |
| Aproximação aos problemas da realidade. | Pouzada et al. (2020) Ferreira & Scortegagna (2018) |

Análise dos resultados: retomada das questões de pesquisa

Quais as principais lacunas associadas ao ensino de geometria?

As pesquisas indicam que as principais lacunas associadas ao ensino de geometria recaem em seis fatores: descompasso na integração entre as TD e a sala de aula; baixa versatilidade dos professores diante da utilização das TD; prevalência de abordagens de ensino monótonas e descontextualizadas; falta de aprimoração do pensamento espacial e do raciocínio exploratório; escassez de disciplinas que potencializam o ensino de Geometria durante a formação inicial; e ausência das TD nos ambientes escolares.

Em relação ao *descompasso na integração entre as TD e a sala de aula*, Guimarães et al. (2021) sinalizam que embora as discussões sobre o uso das TD na educação estejam cada vez mais presentes no meio acadêmico, esses recursos ainda não são inseridos de forma ativa nas aulas de matemática na educação básica, impedindo a utilização de abordagens que poderiam potencializar a aprendizagem dos conteúdos, em especial na geometria, cuja visualização e experimentação é dificultada com os recursos convencionais. Para os autores, a precarização observada nos laboratórios de informática das escolas e a falta de formação dos professores para trabalhar com as TD são algumas das explicações possíveis para esta realidade.

No que diz respeito à *baixa versatilidade dos professores diante da utilização das TD*, para Pouzada et al. (2020), o despreparo dos professores quanto ao uso das tecnologias decorre do fato de muitos deles não as utilizarem em seu cotidiano, somada a sua ausência nos ambientes escolares. Fassio (2021) salienta que as inovações educacionais levam o professor para uma zona de risco, provocando a necessidade de se repensar o conteúdo a ser ensinado e as maneiras de fazê-lo, como tal situação gera desconforto, práticas cristalizadas m continuando sendo seguidas, particularmente, no ensino de geometria, campo ainda pouco explorado ao longo da formação inicial.

Sobre a *prevalência de abordagens de ensino monótonas e descontextualizadas*, Rodrigues e Kaiber (2019) discutem a necessidade de se repensar o ensino de geometria, tendo em vista que os métodos tradicionais vêm produzindo resultados insatisfatórios, principalmente, por se basear em abordagens que não se adequam à realidade dos estudantes. Em convergência com essas ideias, Cabral e Almeida (2020) ressaltam que, atualmente, os tópicos de geometria são trabalhados com ênfase em fórmulas e procedimentos, impactando negativamente no desenvolvimento do pensamento geométrico dos estudantes.

Quanto à *falta de aprimoração do pensamento espacial e do raciocínio exploratório*, na perspectiva de Cabral e Almeida (2020), desenvolver um ensino de geometria que valorize o pensamento espacial e o raciocínio exploratório é essencial para que ele não se limite à automação, à memorização e ao uso de técnicas operatórias, que pouco contribuem para o desenvolvimento dos estudantes.

A respeito da *escassez de disciplinas que potencializam o ensino de Geometria durante a formação inicial*, Rodrigues e Kaiber (2019) afirmam que, em muitos casos, os professores não trabalham os temas da geometria na sala de aula por possuírem dificuldades com o conteúdo, o que se deve, em parte, a sua não apropriação adequada do mesmo durante a licenciatura. Complementando essa percepção, Pouzada et al. (2020) sinalizam que os cursos de formação inicial têm ignorado o acréscimo educacional que as tecnologias podem oferecer para o ensino de matemática.

Por fim, acerca da *ausência de TD nos ambientes escolares*, Pouzada et al. (2020) e Guimarães et al. (2021) destacam a precarização dos laboratórios de informática nas escolas brasileiras, fato que dificulta o desenvolvimento de práticas pedagógicas que poderiam potencializar o entendimento dos tópicos de geometria.

Como as TD podem contribuir com o ensino de geometria?

Na perspectiva de Pouzada et al. (2020), as TD instauram uma possibilidade para potencializar o ensino de geometria, pois permitem que os estudantes realizem e manipulem construções geométricas, ampliando a visualização e a experimentação dos conceitos trabalhados. Elas complementam as tecnologias mais usuais, como o lápis, régua e compasso, visto que sua capacidade de proporcionar maior interatividade manipulativa auxilia na melhora da compreensão por parte dos estudantes, ultrapassando as limitações associadas aos materiais concretos, como, por exemplo, habilidades de desenho.

As investigações geométricas, facilitadas pelas TD, em particular, pelos softwares de geometria dinâmica, ressaltam aspectos importantes da atividade matemática, tais como a formulação e teste de conjecturas, além da procura de generalizações (Fassio, 2020). Os softwares despertam interesse nos estudantes, ao permitir que interajam de forma ativa com os objetos geométricos, possibilitando sua movimentação e a construção de variações que podem corroborar ideias em prol do estabelecimento de propriedades, contribuindo com o desenvolvimento do pensamento geométrico.

Em convergência com essas ideias, Portella e Leivas (2017, p.136) ressaltam que a clara visualização dos objetos geométricos fornecidas pelos softwares de geometria dinâmica facilitam a passagem de esquemas mentais concretos para abstratos, em suas palavras, “a visualização, uma característica do pensamento humano, contribui para o desenvolvimento do raciocínio intuitivo, desencadeando a capacidade de representar objetos mentalmente.”

Ademais, as TD permitem a diversificação das práticas pedagógicas, privilegiando situações baseadas na experimentação, enfatizando o protagonismo dos estudantes e tornando o estudo da geometria mais efetivo e significativo.

Conclusões e contribuições para a educação matemática

O presente artigo teve como objetivo *apresentar uma revisão sistemática de literatura relacionada à integração de TD no ensino de Geometria*. Discutem-se duas questões norteadoras: *Quais as principais lacunas associadas ao ensino de Geometria? Como as TD podem contribuir com o ensino de Geometria?* Para respondê-las, selecionamos 30 artigos de periódicos nacionais e internacionais publicados entre 2016 e 2021, adotando os critérios já citados em seções anteriores. O corpus foi estudado recorrendo-se a duas análises, uma vertical e outra horizontal.

No que diz respeito às lacunas associadas ao ensino de geometria, os estudos destacam seis subcategorias: descompasso na integração entre as TD e a sala de aula; baixa versatilidade dos professores diante da utilização das TD; prevalência de abordagens de ensino monótonas e descontextualizadas; falta de aprimoração do pensamento espacial e do raciocínio exploratório; escassez de disciplinas que potencializam o ensino de geometria durante a formação inicial; e ausência das TD nos ambientes escolares.

Em relação às contribuições das TD para o ensino de geometria, reconhecemos que estes recursos potencializam o ensino dos conteúdos desta área da matemática, diversificando as práticas educativas e permitindo que os estudantes realizem e manipulem construções geométricas, ampliando as oportunidades de visualização e experimentação dos conceitos trabalhados. Além disso, ressaltamos que as investigações geométricas facilitadas pelas TD, em especial pelos softwares de geometria dinâmica, privilegiam aspectos importantes da atividade matemática, como a formulação e teste de conjecturas, bem como a busca por generalizações, impulsionando a passagem de esquemas mentais concretos para abstratos.

Com base nestes resultados, para estudos futuros, recomendamos o desenvolvimento de iniciativas em que a formação continuada de professores mude o foco de cursos de formação ofertados pela universidade sobre TD em geometria para professores da escola para ações de formação continuada com professores da universidade e da escola. Neste cenário, a discussão das especificidades do contexto escolar é determinante para a elaboração de estratégias conjuntas de intervenção nas práticas pedagógicas dos professores, visando à integração de TD para abordagem de conceitos de geometria.

Por fim, é importante ressaltar que compreendemos que uma revisão sistemática de literatura apresenta um recorte do tema analisado, entre outros possíveis, tendo em vista as escolhas feitas ao longo do processo de elaboração do corpus de análise, desde a determinação dos periódicos consultados e descritores, até os idiomas considerados.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Brasil (Capes), Código de Financiamento 001.

Referências

- Ballejo, C. C. & Viali, L. (2018). Aprendizagem de conceitos de área e perímetro com o 6.º ano do ensino fundamental. *Boletim Online de Educação Matemática*, 6 (12), p. 1- 20.
<https://www.revistas.udesc.br/index.php/boem/article/view/13269>
- Bastos, L. C., Galvão, M. E. E. L. & Souza, V. H. G. de. (2019). O ensino de perspectiva para alunos do ensino médio num ambiente de Geometria Dinâmica. *Perspectivas da Educação Matemática*, 12 (28), p. 38-55.
<https://periodicos.ufms.br/index.php/pedmat/article/view/9408>
- Batista, C. C. & Paulo, R. M. (2021). Ver e visualizar em Geometria: uma experiência com o software GeoGebra. *Revista Matemática, Ensino e Cultura*, Belém, 16 (38), p. 160- 17.
<https://www.rematec.net.br/index.php/rematec/article/view/343>
- Borba, M. C., Scucuglia, R. R. S. & Gadanidis, G. (2020). Fases das tecnologias digitais em Educação Matemática: sala de aula e internet em movimento. *Belo Horizonte: Autêntica*, 2014. 152p.
- Cabral, C. A. F. & Almeida, T. C. S. (2020). Semelhança de triângulos e GeoGebra: uma alternativa de ensino por meio de representações dinâmicas. *Revista Sergipana de Matemática e Educação Matemática*, 5 (1), p. 358-375.
<https://seer.ufs.br/index.php/ReviSe/article/view/12061>
- Depaepe, F., Verschaffel, L. & Kelchtermans, G. (2013). Pedagogical content knowledge: A systematic review of the way in which the concept

- has pervaded mathematics educational research. *Teaching and Teacher Education*, 34 (1), p. 12-25.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0742051X1300053X>
- Fassio, O. S. A. (2020). Da cartolina ao computador: uma proposta para o estudo de geometria. *Perspectivas da Educação Matemática*, 4 (8), p. 15-24.
<https://periodicos.ufms.br/index.php/pedmat/article/view/9803/7244>
- Ferreira, E. F. P. & Scortegagna, L. (2018). Ensinando perímetro e área de figuras geométricas planas usando o software Geogebra. *Boletim Online de Educação Matemática*, 6 (11), p. 1-17.
<https://www.revistas.udesc.br/index.php/boem/article/view/1186>
- Fujita, T., Jones, K., & Miyazaki, M. (2018). Learners' Use of Domain-Specific Computer-Based Feedback to Overcome Logical Circularity in Deductive Proving in Geometry. *ZDM: The International Journal on Mathematics Education*, 50(4), 699-713.
- Gravina, M. A. (2001). Os ambientes de geometria dinâmica e o pensamento hipotético-dedutivo (Tese de doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre).
- Greefrath, G., Hertleif, C. & Siller, H. S. (2018). Mathematical modelling with digital tools - a quantitative study on mathematising with dynamic geometry software. *ZDM - Mathematics Education*, p. 233-244.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s11858-018-0924-6>
- Guimarães, R. C. C. G., Vieira, W., Imafuku, R. S. & Pereira, E. F. M. (2021). Uso de telefones inteligentes en la investigación sobre las propiedades de los cuadriláteros notables. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 17 (61), p. 1-20. <https://union.fespm.es/index.php/UNION/article/view/226>
- Gutiérrez, R. E. A. & Pazuch, V. (2018). Elaboração de objetos de aprendizagem com o software GeoGebra para o ensino de geometria. *Boletim Online de Educação Matemática*, 6 (12), p. 55-74.
<https://www.revistas.udesc.br/index.php/boem/article/view/13828>
- Heck, M. F. & Kaiber, C. T. (2020). A geometria nos anos finais do Ensino Fundamental: uma análise de referenciais curriculares sob a perspectiva do enfoque ontossemiótico. *Revista Eletrônica de Educação Matemática*, 15 (1), p. 01-22. <https://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article/view/1981-1322.2020.e70404>
- Henrique M. P. & Bairral, M. A. (2019). Retas que se cortam e dedos que se movem com dispositivos de geometria dinâmica. *Educação Matemática Pesquisa*, 21 (1), p. 197- 216. <https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/38207>
- Henrique, M. P. & Bairral, M. A. (2020). Tecnologias digitais móveis e metáforas: campos que se encontram em conceitos geométricos. *Revista Sergipana de Matemática e Educação Matemática*, 5 (1), p. 46-70.
<https://seer.ufs.br/index.php/ReviSe/article/view/12349>
- Jesuz, D. A. F. & Pereira, A. L. (2020). Cálculo de áreas de quadriláteros irregulares: análise das contribuições de uma sequência didática. *Revista*

- Sergipana de Matemática e Educação Matemática, 5 (2), p. 244-265.
<https://seer.ufs.br/index.php/ReviSe/article/view/13035>
- Lecrer, O. P. V. G. & Pazuch, V. (2021). Reflexão sobre o processo de elaboração de tarefas de geometria espacial em um movimento formativo de professores. *Revista Matemática, Ensino e Cultura*, 16 (37), p. 97-122.
<http://www.rematec.net.br/index.php/rematec/article/view/280>
- Krakecker, L., Burigato, S. M. & Santos, C. M. (2017). Uma discussão sobre a definição de trapézio por meio do software GeoGebra. *Revista Eletrônica de Educação Matemática*, 12 (1), v. 12, n. 1, p. 133-144.
<https://antigo.periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article/view/1981-1322.2017v12n1p133/www.ufsc.br>
- Mithalal, J. & Balacheff, N. (2018). The instrumental deconstruction as a link between drawing and geometrical figure. *Educational Studies in Mathematics*, p. 161-176. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10649-018-9862-z>
- Moran, M. & Franco, V. S. (2020). O uso de tratamentos em registros figurais: representações na forma de material manipulável, software e expressão gráfica. *Perspectivas da Educação Matemática*, 13 (31), p. 1-20.
<https://periodicos.ufms.br/index.php/pedmat/article/view/5787>
- Nóvoa, A. (2022). Conhecimento profissional docente e formação de professores. *Revista Brasileira de Educação*, 27.
<https://www.scielo.br/j/rbedu/a/TBsRtWkP7hx9ZZNWywbLjny/#>
- Oliveira, G. P. & Gonçalves, M. D. (2018). Construções em Geometria Euclidiana Plana: as perspectivas abertas por estratégias didáticas com tecnologias. *Boletim de Educação Matemática*, 32 (60), p. 92-11.
<https://www.scielo.br/j/bolema/a/D4s4yQXNf9dcm4Gf4fdgfp/abstract/?lang=pt>
- Oliveira, G. P. & Lima, N. S. M. (2018). Estratégias didáticas com tecnologias na formação continuada de professores de Matemática: uma investigação sobre homotetia. *Educação Matemática Pesquisa*, 20 (1), p. 385-418.
<https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/35463>
- Portella, H. P. & Leivas, J. C. P. (2017). Uso do software GeoGebra para desenvolver conhecimentos acerca de algumas propriedades da circunferência. *Revista Eletrônica de Educação Matemática*, 12 (2), p. 133-147.
<https://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article/view/1981-1322.2017v12n2p133>
- Pouzada, T. A. et al. (2020). Potencialidades, desafios e dificuldades de ensinar Geometria por meio das tecnologias digitais. *Revista Sergipana de Matemática e Educação Matemática*, 5 (2), p.112-12.
<https://seer.ufs.br/index.php/ReviSe/article/view/1222>
- Powell, A. B. & Pazuch, V. (2016). Tarefas e justificativas de professores em ambientes virtuais colaborativos de geometria dinâmica. *Zetetiké*, 24 (2), p. 191-207.
<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/zetetike/article/view/8646517>
- Ramírez, G. M., Goycochea, N. R. & Osorio, V. L. (2021). Tipificación de argumentos producidos por las prácticas matemáticas de alumnos del nivel medio en

- ambientes de geometria dinâmica. *Boletim de Educação Matemática*, 35 (70), p. 664 – 689.
<https://www.scielo.br/j/bolema/a/GfZSBrhY5T5yQ67rsXfGn6h>
- Rodrigues, A. D. & Bellemain, P. M. B. (2016). A comparação de áreas de figuras planas em diferentes ambientes: papel e lápis, materiais manipulativos e no Apprenti Géomètre 2. Em Teia - Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana, 7 (3), p. 1-25.
<https://periodicos.ufpe.br/revistas/emteia/article/view/2904>
- Rodrigues, D. S. & Kaiber, C. T. (2019). A Geometria Espacial no Ensino Médio: contribuições da utilização de uma Unidade de Ensino e Aprendizagem (UEA). *Perspectivas da Educação Matemática*, 12 (28), p. 149-167.
<https://periodicos.ufms.br/index.php/pedmat/article/view/9463>
- Rovetta, O. M. & Silva, S. A. F. da. (2021). Potencialidades da rede social Facebook como um espaço complementar à sala de aula durante estudo de sólidos geométricos: discussão de um produto educacional. *Boletim Online de Educação Matemática*, 6 (11), p. 222- 240.
<https://www.revistas.udesc.br/index.php/boem/article/view/11905>
- Sampaio, R. F., & Mancini, M. C. (2007). Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica [Systematic review studies: a guide for careful synthesis of the scientific evidence]. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 11(1), 83-89.
- Sánchez, I. C., Castillo, L. A. & Luque, R. (2021). Tecnologías Digitales y la Geometría Escolar: El GeoGebra para la enseñanza del teorema de Pitágoras. *Revista de Matemática, Ensino e Cultura*, 16 (37), p. 160-175.
<https://www.rematec.net.br/index.php/rematec/article/view/316>
- Santos, C. A., & Nacarato, A. M. (2021). Uma breve trajetória sobre o ensino da Geometria e o pensamento geométrico. In *Aprendizagem em geometria na educação básica: a fotografia e a escrita na sala de aula (Coleção tendências em educação matemática)*. [SP]: Grupo Autêntica. E-book.
- Silva, A. D. & Bellemain, F. G. (2020). Magnitude Studium: um micromundo para o ensino de área e perímetro. *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, Belém, 16 (37), p. 177-194.
<https://www.sbemrasil.org.br/periodicos/index.php/emr/article/view/3372>
- Viana, O. A. & Silva, L. R. P. (2020). Raciocínio geométrico e aprendizagem de congruência de triângulos. *Revista Eletrônica de Educação Matemática*, 15 (1), p. 01-22. <https://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article/view/1981-1322.2020.e6762>
- Volpato, A. T., Fortes, P. R. & Silveira, S. R. (2018). Um estudo de caso envolvendo a aplicação do software educacional de geometria espacial. *Revista Eletrônica de Educação Matemática*, 13 (1), p. 76-90.
<https://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article/view/1981-1322.2018v13n1p76>