

Uso de tecnologias digitais na aprendizagem da geometria espacial: um panorama da produção acadêmica brasileira

DOI: <https://doi.org/10.33871/rpem.2025.14.34.10547>

Renata Sá de Jesus Barbosa¹

Maria Cristina Rosa²

Nailys Melo Sena Santos³

Denize da Silva Souza⁴

Resumo: A geometria espacial desempenha um papel fundamental no desenvolvimento do pensamento geométrico, mas enfrenta desafios no Ensino Médio, especialmente no contexto pós-pandêmico. Este artigo tem como objetivo mapear e analisar as pesquisas acadêmicas brasileiras realizadas no espaço temporal de uma década (2013 a 2023) que abordam o uso das Tecnologias Digitais no ensino de geometria espacial no Ensino Médio. A pesquisa baseia-se em um mapeamento sistemático realizado na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), no catálogo da CAPES e no repositório da Universidade Federal de Sergipe (RI/UFS). Foram identificados 18 estudos, incluindo 16 dissertações e duas teses, distribuídos em três regiões do Brasil. As análises indicam que recursos como GeoGebra, Realidade Aumentada e Impressão 3D favorecem a visualização e manipulação de objetos geométricos tridimensionais, tornando a aprendizagem mais interativa. Observamos uma predominância de pesquisas qualitativas e a necessidade de expandir investigações para regiões do Brasil menos representadas. Os resultados sugerem que o uso dessas tecnologias potencializa a compreensão de conceitos geométricos e contribui para práticas pedagógicas mais dinâmicas, alinhadas às competências da Base Nacional Comum Curricular.

Palavras-chave: Aprendizagem; Ensino Médio; Geometria Espacial; Tecnologias Digitais

Use of digital technologies in learning spatial geometry: an overview of Brazilian academic production

Abstract: Spatial geometry plays a fundamental role in the development of geometric thinking, but it faces challenges in high school, especially in the post-pandemic context. This article aims to map and analyze Brazilian academic research conducted over a decade (2013 to 2023) that addresses the use of digital technologies in teaching spatial geometry in high school. The research is based on a systematic mapping of the Brazilian Digital Library of Theses and Dissertations (BDTD), the CAPES catalog, and the repository of the Federal University of Sergipe (RI/UFS). Eighteen studies were identified, including 16 dissertations and two theses, distributed across three regions of Brazil. The analyses indicate that resources such as GeoGebra, Augmented Reality, and 3D Printing favor the visualization and manipulation of three-dimensional geometric objects, making learning more interactive. We observed a predominance of qualitative research and the need to expand research to underrepresented regions of Brazil. The results suggest that the use of these technologies enhances the understanding of geometric concepts and contributes to more dynamic pedagogical practices, aligned with the competencies of the National Common Curricular Base.

¹ Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de Sergipe-UFS. E-mail: profa.renatamat10@gmail.com - OCID: <https://orcid.org/0000-0002-5543-4637>.

² Doutoranda em Ensino, Universidade Federal de Sergipe-UFS. E-mail: mariacristina.rs@gmail.com - ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5986-7846>.

³ Doutoranda em Ensino, Universidade Federal de Sergipe-UFS. E-mail: nailys_sena@hotmail.com OCID: <https://orcid.org/0000-0002-5143-5050>.

⁴ Doutora em Educação, Universidade Federal de Sergipe. E-mail: denize@academico.ufs.br - OCID: <https://orcid.org/0000-0002-4976-893X>.

Keywords: Learning; High School; Spatial Geometry; Digital Technologies

1 Introdução

No cenário educacional, há décadas pesquisadores como Pavanello (1993) e Lorenzato (1995) têm destacado a ausência de um ensino específico de geometria, uma questão que tem sido amplamente debatida entre os estudiosos da área. A ausência de domínio sobre conceitos geométricos resulta em diversas dificuldades de aprendizagem, especialmente no que se refere à geometria espacial. Essas dificuldades, em grande parte, estão frequentemente relacionadas às lacunas no Ensino Fundamental, uma vez que o conhecimento de geometria plana é essencial.

Pesquisas realizadas por autores como Zuin (2001), Leivas (2006), Nasser e Sant'Anna (2010), Sena e Dorneles (2013) e Ferner, Soares e Mariani (2020) destacam os desafios enfrentados pelos alunos no processo de aprendizagem da geometria. Práticas pedagógicas que priorizam a álgebra em detrimento da geometria, aliadas a métodos de ensino baseados na repetição de regras e memorização de procedimentos sem compreensão conceitual, são apontadas como os principais fatores que dificultam o desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo sobre conceitos geométricos.

Desta maneira, a geometria espacial como um campo essencial da matemática, favorece para o desenvolvimento da percepção espacial por meio do estudo de objetos geométricos tridimensionais. Além disso, contribui para o fortalecimento do pensamento geométrico, crítico e na formulação de conjecturas para a resolução de problemas, o que reforça a relevância do aprendizado em geometria, conforme salientam Settimy e Bairral (2020).

Simultaneamente, o avanço das Tecnologias Digitais (TD) tem transformado o cotidiano dos alunos, tornando-se ferramentas essenciais de comunicação e informação. Essas tecnologias estão redefinindo as formas de aprendizado e comportamento, principalmente por meio da conexão entre pessoas mediadas por esses recursos. Engelbrecht, Llinares e Borba (2020, p. 826) afirmam que “nas últimas décadas, uma Web mais social e interconectada surgiu, apoiando a ideia de aprendizagem em rede”. Essa visão destaca as possibilidades das tecnologias digitais para criar ambientes de estudo dinâmicos e integrados, favorecendo aprendizagens significativas.

No Ensino Médio, o ensino de geometria espacial ainda enfrenta desafios significativos, sobretudo no cenário pós-pandêmico, que evidenciou lacunas na aprendizagem e nas práticas pedagógicas. Nesse contexto, o uso de Tecnologias Digitais tem se mostrado uma alternativa

promissora para tornar os conceitos mais acessíveis e fomentar o desenvolvimento do pensamento geométrico. Ferramentas como o GeoGebra e a Realidade Aumentada permitem aos estudantes manipular objetos tridimensionais de forma interativa, facilitando a visualização das formas, das propriedades e das relações espaciais.

Esse tipo de abordagem pode contribuir para uma aprendizagem mais significativa, pois estimula os estudantes a compreenderem os conceitos a partir da exploração, da experimentação e da construção do conhecimento, em vez de se apoiarem apenas na repetição de fórmulas. Compreender como essas tecnologias vêm sendo integradas às práticas pedagógicas e quais impactos produzem no processo de ensino-aprendizagem torna-se, portanto, um objetivo relevante. Além disso, o uso de tecnologias digitais está em consonância com as competências previstas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que enfatiza o desenvolvimento da capacidade de resolver problemas, utilizar diferentes linguagens e atuar de forma colaborativa no processo de aprendizagem.

Diante desse cenário, o objetivo deste estudo é mapear e analisar as pesquisas acadêmicas brasileiras realizadas no espaço temporal de uma década (2013 a 2023) que abordam o uso das Tecnologias Digitais no ensino de geometria espacial no Ensino Médio. Nesta pesquisa, buscamos compreender as metodologias adotadas, os recursos tecnológicos utilizados e as abordagens pedagógicas empregadas, a fim de identificar os avanços e os desafios enfrentados nesse campo. O artigo integra um estudo mais amplo de uma pesquisa de mestrado em andamento no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Sergipe (PPGECIMA/UFS).

Para tanto, foi realizado o mapeamento no banco de dados no site da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), no catálogo de teses e dissertações da CAPES⁵ e repositório da Universidade Federal de Sergipe (RI/UFS)⁶. Ao realizarmos a busca nas plataformas foram usadas as palavras-chave “geometria espacial AND tecnologias digitais” sendo encontrado um número significativo de 157 estudos. Todavia, a partir da análise desses estudos, observamos que a abordagem dessas produções não se restringia exclusivamente à temática da pesquisa, mas também a outras áreas do conhecimento como a Física, Biologia entre outras.

⁵ Leia-se: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

⁶ Leia-se: Repositório Institucional da Universidade Federal de Sergipe.

Por isso, foi necessário refinar a busca, utilizando as palavras-chave “geometria espacial AND tecnologias digitais AND Ensino Médio” para identificar pesquisas que analisam a relação entre geometria espacial e tecnologias digitais no contexto do Ensino Médio.

A partir desse levantamento, identificamos 18 trabalhos, sendo 16 dissertações de mestrado e duas teses de doutorado. Essas pesquisas analisam o uso das tecnologias digitais, destacando os recursos tecnológicos empregados e sua relação com a aprendizagem dos conceitos geométricos. Essa análise se justifica pela importância de compreender como a geometria está sendo aprendida por meio das tecnologias digitais.

2 Estudos sobre geometria espacial e tecnologias digitais

Diante das transformações ocorridas durante o período pandêmico e pós-pandêmico no contexto dos alunos da Educação Básica, especialmente em relação ao avanço tecnológico, tornou-se relevante analisar as pesquisas para diagnosticar possíveis obstáculos e compreender a aprendizagem dos estudantes. Essas teses e dissertações estão distribuídas em três das cinco regiões do Brasil, abrangendo 10 estados das regiões Sudeste, Nordeste e Sul. No Sudeste, foram identificados oito estudos: quatro dissertações em São Paulo, duas em Minas Gerais, além de uma tese e uma dissertação no Rio de Janeiro. No Nordeste, encontramos seis estudos, sendo uma dissertação em cada um dos estados do Maranhão, Ceará, Pernambuco e Rio Grande do Norte, além de duas dissertações em Sergipe. Região Sul, foram localizados quatro estudos: duas dissertações no Paraná, uma tese e uma dissertação no Rio Grande do Sul.

A distribuição regional das pesquisas reforça a concentração de estudos no Sudeste, que representa 45% das produções acadêmicas sobre o tema. São Paulo se destacou como o estado com a maior produção científica, representando 25% do total, com quatro dissertações de mestrado. Minas Gerais, Paraná e Sergipe contribuíram com 12,5% cada, somando dois trabalhos por estado, enquanto os demais estados responderam por 6,25% das produções. No que se refere às teses de doutorado, apenas Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul se destacaram, cada um com uma tese, representando 50% das produções nessa categoria.

A baixa presença de estudos nas regiões Norte e Centro-Oeste indica a possibilidade de um campo de investigação, considerando suas particularidades educacionais e possíveis desafios relacionados à infraestrutura tecnológica e à formação docente. Esse panorama aponta para a necessidade de ampliar as investigações em estados menos contemplados, garantindo uma visão mais abrangente sobre a aplicação das Tecnologias Digitais (TD) no ensino da geometria espacial em diferentes contextos escolares.

Outro aspecto relevante diz respeito à diversidade metodológica das pesquisas analisadas. Embora predomine a adoção de abordagens qualitativas, voltadas à compreensão dos processos formativos em contextos específicos, nota-se uma variedade nas estratégias de coleta e análise de dados. Destacam-se, principalmente, os estudos de caso, em que os autores desenvolvem sequências didáticas com o uso de Tecnologias Digitais, aplicadas a turmas do Ensino Médio em escolas públicas. Esses estudos costumam articular observação participante, registros em diário de campo, questionários semiestruturados e produções dos estudantes, buscando identificar como os alunos interagem com os recursos digitais e quais sentidos constroem em relação ao conteúdo.

Além das investigações qualitativas, algumas pesquisas incorporam instrumentos quantitativos, como testes de usabilidade de aplicativos e questionários estruturados, com o objetivo de avaliar a percepção dos estudantes e mensurar o impacto das tecnologias na aprendizagem. Mesmo sem predominar, esse tipo de abordagem amplia a triangulação dos dados e oferece contribuições complementares às análises interpretativas. A variedade de metodologias adotadas revela o esforço dos pesquisadores em captar tanto os aspectos cognitivos quanto os afetivos e atitudinais do processo de aprendizagem, ressaltando a importância de múltiplos olhares para compreender o papel das tecnologias digitais no ensino da geometria espacial.

O tema da Educação Matemática associado às “novas tecnologias” (como informática, comunicação e tecnologias digitais) tem sido amplamente discutido em eventos acadêmicos há décadas. Como afirma Borba (2021, p. 387), eventos como a ERME (*European Society for Research in Mathematics Education*), SBEM (Sociedade Brasileira de Educação Matemática), ICMEs (*International Congress on Mathematical Education*) e PME (*Psychology of Mathematics Education*) são espaços onde ocorrem debates e apresentações de estudos que abordam essa temática.

As pesquisas analisadas demonstram que o uso de Tecnologias Digitais no ensino da geometria espacial favorece o engajamento dos alunos, amplia as possibilidades de visualização dos conceitos e contribui para práticas pedagógicas mais interativas. Para compreender melhor essas dinâmicas, realizamos um levantamento sistemático das investigações acadêmicas sobre o tema, focando em estudos que analisam a aprendizagem da geometria espacial no Ensino Médio.

Fiorentini *et al.* (2016, p. 17) definem o mapeamento como “um processo sistemático de levantamento e descrição de informações acerca das pesquisas produzidas sobre um campo específico de estudo, abrangendo um determinado espaço (lugar) e período de tempo”. Essa

abordagem permitiu organizar e detalhar os estudos existentes, identificando tendências e lacunas na produção científica.

Nessa perspectiva metodológica, aplicamos um novo filtro no mapeamento bibliográfico para identificar e analisar pesquisas relevantes publicadas entre 2013 e 2023. Este filtro, resultou na seleção de nove estudos, sendo duas teses de doutorado e sete dissertações de mestrado. Na próxima seção, apresentamos uma análise detalhada desses trabalhos, destacando suas contribuições e limitações no campo da Educação Matemática.

3 Análise das principais temáticas e objetos de estudo em teses e dissertações sobre geometria espacial e recursos tecnológicos

Para o levantamento bibliográfico, utilizamos as palavras-chave geometria espacial AND tecnologias digitais AND ensino médio. Foram selecionados nove trabalhos que estão mais especificamente relacionados à aprendizagem da geometria espacial com o uso de recursos tecnológicos, conforme apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 - Estudos com temáticas sobre geometria e tecnologia

Autor/Ano	Título	Instituição	Categoria
Guimarães (2013)	A dinâmica cibercultural na ressignificação do conhecimento geométrico: uma proposta metodológica para o ensino da geometria espacial.	Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)	Tese
Marquetti (2015)	O uso de tecnologias digitais para a compreensão da construção de sólidos a partir de suas propriedades.	Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP)	Dissertação
Macedo (2018)	Ensino e aprendizado de geometria por meio da Realidade Aumentada em dispositivos móveis: um estudo de caso em colégios públicos do litoral paranaense.	Universidade Federal do Paraná (UFPR)	Dissertação
Resende (2019)	A aprendizagem da geometria espacial potencializada por meio de um aplicativo de Realidade Aumentada na perspectiva do mobile learning.	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS)	Dissertação
Silva (2019)	Realidade Aumentada como interface para a aprendizagem de poliedros do tipo prismas	Universidade Federal de Sergipe (UFS)	Dissertação

Hedler (2020)	Desenvolvimento do pensamento geométrico espacial GeoGebra, Impressora 3D e Abstração Reflexionante processo de abstração reflexionante.	Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)	Tese
Alves (2022)	Planificações de sólidos geométricos no ensino remoto: um estudo da gênese instrumental de estudantes.	Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)	Dissertação
Santos (2022)	Proposta didática para o ensino de geometria espacial com o uso de tecnologias digitais.	Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC- MG)	Dissertação
Rêgo (2023)	Proposição e análise das potencialidades de tarefas para o cálculo de medida de áreas de superfícies dos prismas.	Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES)	Dissertação

Fonte: Elaborado pelas autoras, com base nos catálogos da BDTD, CAPES e RI/UFS (mai., 2024).

As pesquisas analisadas evidenciam o papel estratégico das tecnologias digitais na mediação do saber matemático, sobretudo no ensino de geometria espacial. Em diferentes contextos escolares, os estudos apontam que recursos como o GeoGebra, a Realidade Aumentada (RA) e outras plataformas digitais oportunizam a compreensão de conceitos abstratos, ao favorecerem a visualização, manipulação e representação dinâmica de objetos tridimensionais. Nessa perspectiva, a tecnologia não atua meramente como ferramenta de apoio, mas se configura como elemento constitutivo do processo de construção do conhecimento matemático, promovendo aprendizagens mais ativas e significativas.

Cada pesquisa se debruça sobre objetos específicos da geometria espacial, refletindo abordagens didáticas singulares. Marqueti (2022) elaborou uma sequência didática baseada no uso de dispositivos móveis e Realidade Aumentada (RA) para abordar o conceito de volume de cubos e pirâmides. A proposta foi organizada em etapas progressivas, permitindo que os estudantes visualizassem e manipulassem os sólidos tridimensionais em um ambiente digital, favorecendo a construção conceitual por meio da exploração interativa.

De forma semelhante, Resende (2019) e Macedo (2022) exploram a integração entre GeoGebra e RA no ensino de geometria espacial, também com foco no público discente. As atividades foram planejadas para estimular a observação, a análise de planificações e a identificação de propriedades geométricas por meio da manipulação de figuras tridimensionais. A articulação entre diferentes representações, digital e gráfica, teve por objetivo levar os estudantes a transitar entre o abstrato e o concreto, favorecendo o desenvolvimento do pensamento espacial.

Silva (2019) desenvolveu uma sequência didática centrada na exploração de prismas, utilizando o aplicativo *Geometry-AR* como ferramenta principal. As atividades propostas envolviam a visualização e manipulação dos modelos virtuais, com o objetivo de facilitar a compreensão das características dos sólidos e tornar o processo de aprendizagem mais dinâmico.

Por sua vez, Rêgo (2023) se concentra no ensino do conceito de volume, estruturando tarefas investigativas com base na Engenharia Didática. Sua proposta analisa as possibilidades de diferentes configurações didáticas e destaca a importância de integrar o uso de representações digitais ao desenvolvimento do raciocínio geométrico. Mesmo sem recorrer à Realidade Aumentada, a proposta incorporou o uso de representações digitais e promoveu um ambiente de experimentação, no qual os alunos eram incentivados a formular e testar conjecturas geométricas. A sequência didática priorizou o raciocínio matemático e a mediação tecnológica como suporte à construção do saber.

A partir da análise das propostas didáticas desenvolvidas nas diferentes pesquisas, é possível perceber que cada autor mobilizou estratégias específicas, alinhadas tanto aos objetivos de ensino quanto às possibilidades oferecidas pelas tecnologias digitais. Essas escolhas revelam variações nos objetos de estudo, nas ferramentas adotadas e nas formas de organização das atividades. A tabela a seguir sintetiza essas informações, permitindo visualizar de forma comparativa as temáticas abordadas e os instrumentos digitais utilizados em cada estudo.

Quadro 2- Objetos de conhecimento.

Temáticas das pesquisas	Recursos tecnológicos	Autores das pesquisas
Corpos redondos, poliedros e sólidos de Platão	Realidade Aumentada	Macedo (2018)
Cubos e pirâmides	GeoGebra	Marquetti (2015)
Cubos, pirâmides e prismas	GeoGebra e Impressora 3D	Hedller (2020)
Prismas	Realidade Aumentada, <i>Geometry-AR</i> , GeoGebra	Silva (2019), Rêgo (2023)
Poliedros e sólidos de revolução	RA e Realidade Virtual	Resende (2019)
Poliedros	GeoGebra e interface Wiki	Guimarães (2013)
Sólidos geométricos	GeoGebra	Alves (2022), Santos (2022)

Fonte: Elaborado pelas autoras com dados da pesquisa (mai., 2024).

A análise das temáticas presentes nas pesquisas mapeadas, conforme sintetizado no Quadro 2, evidencia a diversidade de enfoques no ensino da geometria espacial mediado por tecnologias digitais. Algumas investigações priorizam objetos específicos, como prismas e pirâmides, enquanto outras abordam sólidos geométricos de maneira mais abrangente, enfatizando propriedades como volume, área e representação tridimensional. Essa variedade reflete escolhas metodológicas e didáticas orientadas por interesses investigativos distintos, além de demonstrar como os recursos tecnológicos foram integrados em propostas voltadas à construção de significados matemáticos em diferentes níveis de ensino.

Observa-se que a maioria dos estudos opta por restringir o escopo temático a subconjuntos de sólidos geométricos, sem buscar uma abordagem exaustiva do conteúdo. Seis pesquisas, por exemplo, concentram-se em um único grupo de objetos, como prismas ou sólidos de Platão, evidenciando uma tendência à especialização temática. Embora temas como poliedros e sólidos de revolução apareçam em menor número, sua presença no conjunto mapeado aponta para possibilidades ainda pouco exploradas e que podem ser ampliadas em estudos futuros. Tal lacuna sugere a necessidade de investigações que ampliem o repertório de figuras trabalhadas no ensino de geometria espacial, especialmente com vistas ao desenvolvimento de habilidades de visualização e abstração geométrica.

Além da delimitação temática, os trabalhos analisados convergem ao tratar da inserção de tecnologias como ferramentas de mediação didática. Em todos os casos, as propostas buscam investigar os efeitos pedagógicos da incorporação de softwares e recursos digitais no ensino da geometria. As tecnologias são apresentadas, como elementos que oportunizam a exploração investigativa e a construção ativa do conhecimento, em sintonia com metodologias centradas no aluno.

No estudo de Marquetti (2015), por exemplo, o foco recai sobre o ensino de volumes de cubos e pirâmides no Ensino Médio, explorando as relações métricas entre esses sólidos com o uso do GeoGebra. A proposta destaca a contribuição de ambientes digitais interativos para a visualização de figuras espaciais, defendendo que o uso de softwares específicos favorece a construção conceitual e amplia as possibilidades didáticas. O autor aponta que o uso intencional de tecnologias pode reconfigurar práticas tradicionais, promovendo um modelo de ensino mais dinâmico, visual e coerente com as demandas contemporâneas da educação matemática.

As pesquisas desenvolvidas por Resende (2019), Santos (2022), Silva (2019) e Rêgo (2023) evidenciam a importância da adoção de metodologias ativas no ensino da geometria espacial, nas quais os estudantes assumem um papel protagonista na construção do

conhecimento. Em lugar de receptores passivos, os alunos são convidados a investigar, manipular e interagir com objetos geométricos por meio de atividades que estimulam o raciocínio lógico-dedutivo e o desenvolvimento do pensamento espacial. Essa mudança de enfoque metodológico se articula com a inserção de tecnologias digitais no processo educativo, especialmente softwares de geometria dinâmica, que favorecem a visualização e a experimentação com figuras tridimensionais, contribuindo significativamente para a compreensão de conceitos abstratos.

Entre os recursos mais recorrentes nas pesquisas mapeadas, destaca-se o uso do GeoGebra, que se consolida como uma ferramenta central no ensino da geometria dinâmica. Sua capacidade de representar e manipular objetos geométricos em ambientes bidimensionais e tridimensionais o torna especialmente eficaz na mediação de conteúdos como volume, área, planificação e simetria. Em diversos estudos, o GeoGebra é utilizado em sequência didática ou em tarefas investigativas, promovendo a exploração de propriedades geométricas de forma interativa e visualmente rica.

Outro recurso amplamente explorado, com já citado anteriormente, é a Realidade Aumentada, que aparece em estudos como os de Macedo (2018), Resende (2019) e Silva (2019), configurando-se como um importante meio para a imersão dos alunos no conteúdo. A RA permite a sobreposição de elementos virtuais ao ambiente real, criando experiências interativas que facilitam a percepção espacial e a análise de características dos sólidos geométricos. A aplicação conjunta da RA com o GeoGebra, por exemplo, tem se mostrado promissora para tornar a aprendizagem mais envolvente, especialmente em turmas do Ensino Médio.

Apesar da ênfase nesses dois recursos, outras tecnologias também foram incorporadas em algumas investigações, ainda que com menor frequência. Ferramentas como Interface Wiki, Impressoras 3D, ambientes de Realidade Virtual e elementos da cibercultura aparecem em propostas pontuais, sinalizando caminhos alternativos para o ensino da geometria espacial com apoio digital. Embora menos recorrentes, tais abordagens demonstram que o campo ainda comporta diversidade metodológica e possibilidades de inovação.

Com o intuito de organizar as principais tendências observadas nos estudos analisados, foram definidas três categorias analíticas que sintetizam os focos temáticos predominantes: (1) o GeoGebra como recurso de aprendizagem; (2) a Realidade Aumentada no ensino da geometria espacial; e (3) Integrações tecnológicas no ensino da geometria espacial. Essa categorização visa oferecer uma leitura sistematizada das contribuições das pesquisas, destacando os caminhos metodológicos, os recursos empregados e os objetos de conhecimento

explorados nas experiências relatadas, permitindo uma compreensão mais clara na articulação entre tecnologias digitais e ensino da geometria espacial.

3 O GeoGebra como recurso de aprendizagem: reflexões sobre o foco temático

As pesquisas desta categoria caracterizam o GeoGebra como uma ferramenta digital que articula álgebra, geometria e cálculo, favorecendo a exploração de diversos conceitos matemáticos. No ensino da geometria espacial, o software contribui para a visualização de sólidos, planificações e transformações, permitindo a manipulação de objetos em tempo real, o que facilita a compreensão de conteúdos abstratos.

Estudos como os de Guimarães (2013), Marquetti (2015), Hedler (2020), Alves (2022), Santos (2022) e Rêgo (2023) descrevem experiências com turmas do Ensino Médio que utilizaram o GeoGebra em atividades exploratórias ou guiadas, promovendo avanços na compreensão de propriedades espaciais, na construção de argumentos matemáticos e no desenvolvimento do raciocínio dedutivo.

O engajamento proporcionado pela dinâmica interativa do GeoGebra contribuiu para a consolidação de conceitos por meio da experimentação e da análise de invariantes geométricas. Como indicam Borba, Silva e Gadanidis (2020), a geometria dinâmica amplia o leque de possibilidades de investigação ao permitir que se manipulem figuras em ambientes digitais, distinguindo-se entre desenho e construção. Esse diferencial torna o GeoGebra mais do que uma ferramenta de apoio, trata-se de um recurso que modifica a própria natureza da atividade matemática, ao integrar visualização, construção e análise em um mesmo ambiente de aprendizagem.

Nesses estudos, afirmam-se que os momentos de reflexão proporcionados pelo uso do GeoGebra permitiram aos sujeitos participantes atingirem domínio das atividades, tornando-os mais conscientes do que estavam aprendendo ao longo do processo. Esse engajamento resultou no crescimento cognitivo desses participantes, evidenciado pelo uso consistente de padrões e regras, o que demonstra a importância da reflexão e do pensamento crítico no processo de apropriação do saber. Dessa forma, recursos tecnológicos, como o GeoGebra, contribuíram para o desenvolvimento do pensamento geométrico desses alunos que estão no Ensino Médio, a partir do aprendizado ativo e o desenvolvimento de habilidades cognitivas mais aprofundadas.

Além dos ganhos cognitivos associados à construção de conhecimentos geométricos, os estudos indicam que o uso do GeoGebra também promove momentos de reflexão sobre o próprio processo de aprendizagem. A pesquisa de Alves (2022) exemplifica essa dimensão ao

destacar como os estudantes passaram a perceber a aplicabilidade dos conteúdos em situações reais, demonstrando apropriação e internalização dos saberes trabalhados.

Para compreender mais profundamente como esses saberes se tornam significativos aos sujeitos, é pertinente considerar a Teoria da Relação com o Saber, proposta por Bernard Charlot (2000, 2024). Essa teoria compreende o conhecimento como algo construído na relação entre o sujeito e o mundo. Essa relação é atravessada por três dimensões indissociáveis: epistêmica, ligada ao próprio saber e ao desejo de conhecer, identitária associada à construção de si como sujeito aprendente e social relativa às condições sociais e culturais em que o sujeito está inserido. De acordo com Charlot (2000,2024), o aprender, depende não apenas do conteúdo em si, mas dos sentidos e significados que conhecimento tem para quem está aprendendo.

Embora Alves (2022) não utilize explicitamente essa teoria, é possível reconhecer em sua pesquisa indícios das três dimensões descritas por Charlot. As interações digitais promovidas pelo uso de softwares como o GeoGebra, aliadas à exploração de objetos geométricos, despertaram nos participantes o interesse pelo conhecimento ao conectar os conteúdos escolares com experiências significativas do cotidiano. A construção de significados pessoais em torno dos conceitos trabalhados revela uma apropriação ativa do saber, que ultrapassa a simples memorização e se traduz em compreensão crítica e contextualizada. De forma semelhante, Marquetti (2015) observa que a reflexão dos estudantes após a construção de sólidos como o cubo favoreceu o aprofundamento das noções geométricas mobilizadas na atividade.

Após as atividades, os participantes relataram sentimentos, interpretações e percepções sobre o que aprenderam, indicando uma assimilação que envolveu tanto o conteúdo matemático quanto aspectos subjetivos da aprendizagem. Nesse processo, observa-se a constituição de uma relação significativa com o saber. Rêgo et al. (2012 apud Santos, 2022, p. 51) ressaltam que “a partir da exploração de elementos ligados à realidade do aluno, as primeiras noções relativas aos elementos geométricos podem ser trabalhadas, incorporando-se sua experiência pessoal aos elementos do espaço e sua familiarização com as formas bi e tridimensionais”. Esse movimento de articulação entre vivências e conhecimento escolar reforça a dimensão social da aprendizagem, que, como afirma Charlot (2000, 2024), conecta o saber à vida, ao mundo e à identidade do sujeito.

Nesse sentido, o GeoGebra atua como mediador simbólico da aprendizagem ao possibilitar múltiplas formas de representar e validar ideias matemáticas. A diversidade metodológica presente nas pesquisas, que envolve investigações, modelagens, explorações dirigidas e atividades colaborativas, evidencia a versatilidade da ferramenta em diferentes

contextos didáticos.

Ainda que os estudos compartilhem um eixo comum no uso do GeoGebra, há variações nas metodologias, objetivos e concepções pedagógicas que orientam as atividades propostas. Essa diversidade enriquece o campo de investigação e evidencia que o software pode ser apropriado de diferentes formas, dependendo do contexto escolar e das intencionalidades didáticas. Em todos os casos, no entanto, constata-se que o desenvolvimento do pensamento espacial é favorecido quando os alunos são desafiados a manipular, testar e reconstruir figuras geométricas de forma ativa.

Em síntese, o uso do GeoGebra no ensino da geometria espacial tem se mostrado promissor na busca de uma aprendizagem dinâmica, exploratória e visual. Ao permitir a construção e análise de representações geométricas interativas, o software estimula o raciocínio lógico-espacial e o pensamento crítico dos estudantes, configurando-se como um recurso contributivo para o ensino de matemática.

4 A Realidade Aumentada (RA) como recurso na aprendizagem da geometria espacial

A Realidade Aumentada (RA) tem se consolidado como uma ferramenta significativa no ensino da geometria espacial, ao proporcionar uma experiência interativa que facilita a compreensão de conceitos geométricos tridimensionais. Ao integrar elementos virtuais ao ambiente real, a RA permite que os estudantes visualizem e manipulem sólidos de forma mais tangível, favorecendo uma aprendizagem visual e exploratória.

No campo educacional, Macedo (2018) destaca que as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) transformam conteúdos, espaços e metodologias, criando ambientes dinâmicos de aprendizagem. Nesse contexto, a RA se diferencia por posicionar o aluno como protagonista, promovendo uma maior autonomia na interação com os objetos geométricos e estimulando a curiosidade e o envolvimento com os conteúdos.

Quanto à Realidade Aumentada (RA), seu diferencial reside na maneira como ela transforma o processo de aprendizagem, colocando o aluno como protagonista. Ao oferecer uma experiência mais imersiva, a RA permite que os estudantes interajam diretamente com os conteúdos, facilitando a compreensão de conceitos complexos, como os da geometria espacial, e tornando o aprendizado mais conectado com o cotidiano.

Resende (2019) destaca que o uso de aplicativos da Realidade Aumentada (RA) no ensino de geometria espacial, focando nos sólidos de revolução e poliedros, aprimora o processo de aprendizagem, oferecendo aos alunos a experiência de interagir com objetos

tridimensionais. A pesquisa se fundamenta em conceitos de aprendizagem com tecnologia, geometria, Realidade Mista, RA e *mobile-learning*⁷, e utiliza uma metodologia de coleta de dados por meio de perguntas diretas, diário de campo e questionários.

Silva (2019) evidencia o uso da RA no estudo de prismas com alunos do Ensino Médio, ressaltando como a visualização de objetos tridimensionais contribuiu para superar dificuldades em conceitos básicos da geometria espacial. Além disso, o autor observa que o recurso despertou maior interesse dos estudantes e tornou as aulas mais dinâmicas. No entanto, chama atenção para a subutilização da RA nas práticas escolares, indicando a necessidade de maior integração dessa tecnologia ao cotidiano pedagógico.

Do ponto de vista da prática docente, é necessário destacar que a integração da RA ao cotidiano escolar não se resume à utilização de dispositivos tecnológicos, mas implica uma reconfiguração da postura do professor. Almouloud (2019) argumenta que o uso das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação não deve ser visto apenas como uma questão técnica, mas como parte de um processo mais amplo de transformação das práticas pedagógicas. Para o autor, as TIC oferecem um repertório praticamente inesgotável de novas práticas que ampliam as possibilidades de inovação metodológica e didática, desde que estejam associadas a intencionalidades formativas claras. Nesse contexto, o professor assume o papel de mediador cognitivo, sendo responsável por guiar os alunos nas atividades propostas, promovendo interações significativas com os saberes matemáticos.

A análise das pesquisas sobre o uso da RA também aponta para a necessidade de aprofundar os estudos metodológicos na área. Embora os resultados mostrem contribuições significativas para o ensino da geometria espacial, são escassas as investigações que exploram sistematicamente os efeitos da RA em diferentes contextos educacionais e faixas etárias. Assim, evidencia-se a importância de ampliar os referenciais teóricos e metodológicos que sustentam tais experiências, buscando integrar de forma mais sólida as práticas pedagógicas com os processos investigativos em Educação Matemática.

Por fim, a análise do conjunto de pesquisas sobre RA revela lacunas ainda existentes no campo metodológico. A maior parte dos estudos concentra-se em experiências pontuais, sem aprofundar os efeitos formativos da tecnologia ao longo do tempo ou em contextos escolares distintos. Nesse sentido, torna-se necessário ampliar as investigações que associem o uso da RA a projetos formativos continuados, que envolvam tanto estudantes quanto professores, e que permitam compreender com maior profundidade como as tecnologias se integram aos

⁷ *mobile-learning*: leia -se na tradução aprendizagem móvel.

processos de ensino e à construção da relação com o saber matemático.

5 Integrações tecnológicas no ensino da geometria espacial

Ao reunir os estudos desta categoria, destaca-se a pertinência de refletir sobre o papel das tecnologias digitais no ensino de geometria espacial a partir de perspectivas que transcendem seu uso instrumental. Nesse sentido, o conceito de cibercultura, conforme Lévy (1999), oferece uma chave interpretativa relevante, trata-se de um conjunto de práticas, valores e modos de pensar que emergem com o uso das tecnologias conectadas em rede, sustentadas na colaboração, na participação ativa dos sujeitos e nas rápidas transformações tecno-sociais.

Essa perspectiva se aplica especialmente à pesquisa de Guimarães (2013), que investiga como as tecnologias digitais, articuladas à lógica da cibercultura, podem reconfigurar os processos de ensinar e aprender geometria espacial. O autor enfatiza que a mediação por redes e ambientes virtuais amplia as formas de representação e comunicação do saber matemático, favorecendo maior engajamento dos estudantes com os conceitos geométricos.

Outros estudos analisados também exploram a integração de múltiplas tecnologias, mesmo sem recorrer diretamente ao conceito de cibercultura. Hedler (2020), por exemplo, combina a impressão 3D com o software GeoGebra para promover o desenvolvimento do pensamento geométrico espacial. A manipulação de modelos físicos, associados a representações digitais, permitiu aos estudantes estabelecer conexões concretas entre propriedades geométricas e experiências cognitivas, em um ambiente de aprendizagem marcado pela experimentação e autoria.

De forma semelhante, Silva (2019) propõe uma sequência didática utilizando o aplicativo Geometry-AR para o estudo de prismas por meio da Realidade Aumentada. Além de favorecer a visualização e compreensão dos sólidos espaciais, a proposta demonstrou impacto positivo na motivação dos estudantes, especialmente pela ruptura com práticas tradicionais e pela aproximação com linguagens mais familiares ao cotidiano digital dos alunos.

Embora cada pesquisa explore recursos e metodologias distintas, todas compartilham a valorização das tecnologias digitais como mediadoras de experiências pedagógicas mais interativas, visuais e conectadas à realidade dos estudantes. As abordagens variam em complexidade e em grau de articulação com o ciberespaço, mas convergem no esforço de tornar o ensino da geometria espacial mais significativo por meio de práticas exploratórias, integradoras e abertas à experimentação.

A análise conjunta dessas experiências permite observar tanto aproximações quanto singularidades. Enquanto algumas propostas se apoiam em dispositivos específicos, outras

adotam uma perspectiva mais abrangente, dialogando com ambientes digitais colaborativos e formas contemporâneas de relação com o saber. Em comum, todas apontam para a necessidade de superar a lógica transmissiva e promover aprendizagens mais significativas, alinhadas às transformações sociais, tecnológicas e culturais em curso.

6 Algumas considerações

As pesquisas analisadas evidenciam o crescente interesse pelo uso de Tecnologias Digitais no ensino da geometria espacial no Ensino Médio. A sistematização de estudos produzidos ao longo da última década permitiu identificar metodologias, recursos tecnológicos e abordagens pedagógicas empregadas nesse campo, revelando avanços significativos, mas também desafios persistentes. Ao revisitarmos o objetivo desta revisão, centrado no mapeamento e análise das contribuições acadêmicas sobre o tema, verificamos que a adoção de tecnologias como o GeoGebra, a Realidade Aumentada (RA) e a impressão 3D favorece a aprendizagem de conceitos geométricos ao promover maior interação, visualização e engajamento por parte dos estudantes.

Entre os principais achados, observa-se que a maioria dos estudos prioriza o uso de tecnologias digitais como facilitadoras da compreensão de sólidos tridimensionais, especialmente por meio da exploração visual e manipulativa das figuras. O GeoGebra destaca-se como recurso recorrente, utilizado para fomentar práticas interativas e dinâmicas. A RA aparece como uma alternativa emergente e promissora, oferecendo experiências imersivas que potencializam a aprendizagem. Já a impressão 3D, embora ainda presente em menor número de pesquisas, demonstra um campo fértil para investigações futuras, ao possibilitar a transição do digital para o concreto, conectando teoria e prática de maneira tangível.

A análise integrada das categorias permitiu identificar aproximações em torno do reconhecimento das possibilidades das tecnologias digitais na ampliação das experiências de aprendizagem e no desenvolvimento do pensamento geométrico. Contudo, também foram observados distanciamentos relacionados aos tipos de recursos explorados, às metodologias adotadas e à intencionalidade pedagógica das propostas. Enquanto algumas pesquisas operam com foco em ferramentas específicas e estratégias pontuais, outras inserem suas práticas em perspectivas mais abrangentes, como a da cibercultura, compreendendo o uso das tecnologias como elemento transformador das relações de saber e das práticas escolares.

As pesquisas selecionadas se apoiam em referenciais teóricos sólidos da Educação Matemática e da integração tecnológica. Autores como Marcelo de Carvalho Borba, referência

em práticas mediadas por tecnologias digitais no ensino de matemática, Seymour Papert, com sua proposta construcionista centrada na aprendizagem ativa com artefatos computacionais, e José Armando Valente, que discute a reconfiguração pedagógica por meio das TDIC, são amplamente mobilizados. Também se destacam Romero Tori, com contribuições sobre tecnologias imersivas no ensino, e Pierre Lévy, que fundamenta a noção de cibercultura como ecossistema de saberes mediados em rede.

Apesar disso, nota-se ainda a ausência de discussões mais aprofundadas sobre os limites dessas tecnologias em contextos educacionais reais. A maioria dos trabalhos destaca os ganhos pedagógicos, mas poucos problematizam questões estruturais, como a desigualdade de acesso a dispositivos, a formação docente continuada ou as condições institucionais para a implementação sustentável dessas práticas.

Outro ponto que merece atenção nas futuras investigações é o aprofundamento da dimensão formativa dos professores. A efetiva integração das tecnologias ao ensino de geometria espacial exige não apenas domínio técnico, mas também compreensão pedagógica e didática sobre o potencial dessas ferramentas, o que demanda formação crítica, contextualizada e articulada com os desafios da escola pública.

Além disso, a distribuição geográfica desigual das pesquisas sugere a necessidade de ampliação dos estudos para realidades escolares diversas, sobretudo nas regiões menos representadas, a fim de melhor compreender as singularidades, possibilidades e limites da inserção tecnológica em diferentes contextos educacionais.

Por fim, a relevância do tema torna evidente a necessidade de continuidade nas pesquisas sobre o uso de Tecnologias Digitais no ensino da geometria espacial. Estudos longitudinais, investigações colaborativas com professores da educação básica e análises que integrem dimensões cognitivas, pedagógicas e sociotécnicas poderão contribuir para a consolidação de práticas formativas mais consistentes. Nesse sentido, a ampliação do acesso aos recursos e a formação docente voltada ao uso crítico e criativo das tecnologias tornam-se condições fundamentais para que essas ferramentas sejam incorporadas ao processo de ensino, promovendo aprendizagens significativas e alinhadas às demandas educacionais.

Referências

ALMOULOU, S. A. Integração de tecnologias digitais no ensino: reflexões sobre práticas e formação de professores. **Debates em Educação**, [S. l.], v. 10, n. 22, p. 205–230, 2018. DOI: 10.28998/2175-6600.2018v10n22p205-230. Disponível em: <https://www.seer.ufal.br/index.php/debateseducacao/article/view/5397>. Acesso em: 2

ALVES, P. B. **Planificações de sólidos geométricos no ensino remoto:** um estudo da gênese instrumental de estudantes. 2022. 187 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática e Tecnológica) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2022

BORBA, M. C.; SILVA, R. S. R.; GADANIDIS, G. **Fases das tecnologias digitais em educação matemática:** sala de aula e internet em movimento. 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2020. (Tendências em Educação Matemática).

BORBA, M. C. O futuro da Educação Matemática desde a COVID-19: humanos-com-mídia ou humanos-com-coisas-não-vivas. **Educational Studies in Mathematics**, v.108, p. 385–400, 2021. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10649-021-10043-2>, acessado em jun. de 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular:** Ensino Médio. Matemática. Brasília, DF: MEC/SEB, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site_110518.pdf. Acessado em mar. de 2024

CHARLOT, B. **Da relação com o saber:** elementos para uma teoria. Porto Alegre: Artmed, 2000.

CHARLOT, B. Aprender é entrar no Mundo Humano e nele produzir-se como sendo humano a educação como fundamento antropológico. **Revista Internacional Educon** | ISSN 2675-6722 volume 5, n. 1, e24051001, jan./abr. 2024 <https://doi.org/10.47764/e24051001>.

ENGELBRECHT, J. LLINARES, S. BORBA, M. C. Transformação da sala de aula de matemática com a internet. **ZDM Mathematics Education**, v. 52, p. 825–841, 2020.

FERNER, D. L. S. M. A. S. MARIANI, R. C. P. Geometria nas licenciaturas em Matemática: um panorama a partir de Projetos Pedagógicos de Cursos. **Ensino em Re-Vista**. vol.27 no.2 Uberlândia maio/ago. 2020, Epub 17-Ago-2020. *Versão On-line* ISSN 1983-1730.

FIORENTINI, D., GRANDO, R. C., MISKULIN, R. G. S., CRECCI, V. M., LIMA, R. C. R. de, & COSTA, M. C. (Orgs.). **Mapeamento da pesquisa acadêmica brasileira sobre o professor que ensina matemática:** período de 2001-2012. FE/UNICAMP. Campinas, SP: FE/UNICAMP. 2012.

GUIMARÃES, G. G. **A dinâmica cibercultural na ressignificação do conhecimento geométrico:** uma proposta metodológica para o ensino da geometria espacial. 210 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, RJ, 2013.

HEDLER, L. W. M. **Desenvolvimento do pensamento geométrico espacial GeoGebra, Impressora 3D e Abstração Reflexionante processo de abstração reflexionante.** 252 f. Tese (Doutorado em Educação) Centro de Estudos Interdisciplinares em Novas Tecnologias da Educação. Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS, 2020.

LEIVAS, J. C. P. Tales: mil e uma utilidades. **Educação Matemática em Revista**, SBEM, v.13, n. 20-21, p. 69-76, 2006.

LÉVY, Pierre. **Cibercultura**. Tradução de Carlos Irineu da Costa. São Paulo: Editora 34, 1999.

LORENZATO, S. A. Porque não ensinar geometria. **A Educação Matemática em Revista**, Blumenau: SBEM, ano III, n. 4, 1995, p. 3-13

MACEDO, A. de C. **Ensino e aprendizado de geometria por meio da Realidade Aumentada em dispositivos móveis: um estudo de caso em colégios públicos do litoral paranaense**. 2018. 141 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

MARQUETTI, C. **O uso de tecnologias digitais para a compreensão da construção de sólidos a partir de suas propriedades**. 2015. 94 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, SP, 2015.

NASSER, L.; SANT'ANNA, N. da F. P. **Geometria segundo a teoria de van Hiele**. 2ª ed. Rio de Janeiro: IM/UFRJ, 2010.

PAVANELLO, R. M. O abandono do ensino de geometria no Brasil: causas e consequências. **Zetetiké**, Campinas, v. 1, n.1, p. 27-36, 1993.

REZENDE, B. **A aprendizagem da geometria espacial potencializada por meio de um aplicativo de Realidade Aumentada na perspectiva do mobile learning**. 2019. 151 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, 2019.

RÊGO, M. G. **Proposição e análise das potencialidades de tarefas para o cálculo de medida de áreas de superfícies dos prismas**. 2023. 110 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Estadual de Montes Claros, Montes Claros, 2023.

SANTOS, F. G. **Proposta didática para o ensino de geometria espacial com o uso de tecnologias digitais**. 2022. 312 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022.

SENA, R. M.; DORNELES, B. V. Ensino de geometria: rumos da pesquisa (1991-2011). **REVEMAT**, Florianópolis (SC), v. 8, n. 1, p. 138-155, 2013.

SILVA, R. C. D. **Realidade Aumentada como interface para a aprendizagem de poliedros do tipo prismas**. 2019. 125 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2019.

SETTIMY, T. F. de O.; BAIRRAL, M. A. Dificuldades envolvendo a visualização em geometria espacial. **VIDYA**, v. 40, n. 1, Santa Maria, p. 177-195, 2020.
<https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/VIDYA/article/view/3219/2530>.

ZUIN, E. de S. L. **Da régua e do compasso: as construções geométricas como um saber escolar no Brasil**. 2001. 211 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal

