UNIVERSIDADE ESTADUAL DA REGIÃO TOCANTINA DO MARANHÃO
PROGRAMA DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES CAMINHOS DO SERTÃO
UNIDADE AVANÇDA DE AMARANTE DO MARANHÃO
CURSO DE MATEMÁTICA LICENCIATURA

ALÉX SOUSA NUNES

TECNOLOGIAS DIGITAIS NO ENSINO DE GEOMETRIA ESPACIAL: revisão bibliográfica sobre softwares e aplicativos

Amarante do Maranhão
2026

ALÉX SOUSA NUNES

TECNOLOGIAS DIGITAIS NO ENSINO DE GEOMETRIA ESPACIAL: revisão bibliográfica sobre softwares e aplicativos

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de matemática Licenciatura, do Programa de Formação de Professores Caminhos do Sertão, da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão - UEMASUL, como requisito para obtenção de título de Licenciado em matemática.

Orientador: Prof. Dr. Eliel Constantino da Silva

Amarante do Maranhão
2026

N972t

Nunes, Aléx Sousa

Tecnologias digitais no ensino de geometria espacial: revisão bibliográfica sobre softwares e aplicativos. / Aléx Sousa Nunes. – Amarante do Maranhão, MA, 2026.

30 f. ;il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Matemática) Programa de Formação de Professores Caminhos do Sertão – Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL, Imperatriz, MA, 2026.

1. Educação matemática. 2. Geometria espacial. 3. Teoria Histórico-cultural. I. Título.

CDU 51

Ficha elaborada pela Bibliotecária: **Clemilda Izaias Santos CRB – 13/626**

ALÉX SOUSA NUNES

TECNOLOGIAS DIGITAIS NO ENSINO DE GEOMETRIA ESPACIAL: revisão bibliográfica sobre softwares e aplicativos

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Matemática Licenciatura, do Programa de Formação de Professores Caminhos do Sertão, da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão - UEMASUL, como requisito para obtenção de título de Licenciado em Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Eliel Constantino da Silva

APROVADO EM: 12/06/2026

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
gov.br
ELIEL CONSTANTINO DA SILVA
Data: 21/06/2026 15:26:31-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

PROF. DR. ELIEL CONSTANTINO DA SILVA

Documento assinado digitalmente
gov.br
THALYSON PATRICK MARTINS DA SILVA
Data: 22/06/2026 17:54:29-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

PROF. ESP. THALYSON PATRICK MARTINS DA SILVA

Documento assinado digitalmente
gov.br
ALISSAN SARTURATO FIRAO
Data: 22/06/2026 15:05:55-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

PROFA. MA. ALISSAN SARTURATO FIRÃO

“O coração do entendido adquire o conhecimento,

e o ouvido dos sábios busca a sabedoria.”

(Provérbios 18:15)

AGRADECIMENTOS

A Deus por me proporcionar o dom da vida e nela experimentar oportunidades que só Ele pode me proporcionar.

À minha família, pelo apoio incondicional, pela paciência diante das minhas ausências e por serem a base que me permitiu chegar até aqui.

Aos meus amigos e colegas de curso, pelos momentos de partilha, pelas discussões matemáticas e pelo companheirismo que tornou a jornada acadêmica mais leve, divertida e gratificante.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Eliel Constantino da Silva, pela condução segura, e por todas as provocações intelectuais que permitiram que este estudo se concretizasse.

Aos membros da banca examinadora, por aceitarem o convite e por dedicarem seu tempo e olhar crítico à análise deste trabalho. Agradeço antecipadamente pelas contribuições e sugestões que, certamente, enriquecerão esta investigação.

Á Universidade Estadual da região Tocantina do Maranhão Programa de Formação de Professores Caminhos do Sertão e a todos os professores que passaram pela minha formação, contribuindo para que eu pudesse me apropriar dos conhecimentos necessários para o exercício da minha profissão.

RESUMO

Este artigo analisa as contribuições da mediação tecnológica, por meio de softwares e aplicativos, para o ensino de Geometria Espacial no Ensino Médio, sob a perspectiva da Teoria Histórico-Cultural (THC). O problema de pesquisa investiga como a literatura acadêmica recente articula essas ferramentas para promover a transição do pensamento empírico ao pensamento teórico. Metodologicamente, fundamenta-se no método histórico-dialético e realiza uma pesquisa bibliográfica na plataforma BDTD, selecionando um corpus final de 12 documentos publicados entre 2020 e 2025. Os resultados, organizados em duas unidades de análise — o software como instrumento de mediação semiótica e a formação de conceitos geométricos —, indicam que tecnologias como o GeoGebra 3D e a Realidade Aumentada atuam como signos mediadores que reorganizam as funções psíquicas superiores dos estudantes. Conclui-se que a tecnologia não é um recurso neutro, mas um amplificador cognitivo que, mediante atividade pedagógica intencional e mediação docente, permite ao estudante apreender a essência lógica dos conceitos geométricos, superando o ensino verbalista e meramente contemplativo.

Palavras-chave: Educação Matemática; Geometria Espacial; Teoria Histórico-Cultural.

ABSTRACT

This article analyzes the contributions of technological mediation, through software and applications, to the teaching of Spatial Geometry in High School, from the perspective of Historical-Cultural Theory (HCT). The research problem investigates how recent academic literature articulates these tools to promote the transition from empirical to theoretical thinking. Methodologically, it is based on the historical-dialectical method and conducts a bibliographic search on the BDTD platform, selecting a final corpus of 12 documents published between 2020 and 2025. The results, organized into two units of analysis—software as an instrument of semiotic mediation and the formation of geometric concepts—indicate that technologies such as GeoGebra 3D and Augmented Reality act as mediating signs that reorganize the higher psychic functions of students. It can be concluded that technology is not a neutral resource, but a cognitive amplifier that, through intentional pedagogical activity and teacher mediation, allows the student to grasp the logical essence of geometric concepts, overcoming verbalistic and merely contemplative teaching.

Keywords: Mathematics Education; Spatial Geometry; Historical-Cultural Theory.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO. 10

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA..... 12

2.1 O Ensino de Geometria Espacial: Visualização e Abstração. 12

2.2 Teoria Histórico-Cultural. 14

3 METODOLOGIA..... 16

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO. 19

4.1 O software como instrumento de mediação semiótica 21

4.2 Visualização empírica e a formação de conceitos geométricos. 23

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 25

REFERÊNCIAS. 27

1 INTRODUÇÃO

A Geometria Espacial constitui um dos eixos fundamentais do ensino de Matemática, desempenhando papel essencial no desenvolvimento do pensamento geométrico, da visualização e da capacidade de abstração dos estudantes. No entanto, seu ensino na Educação Básica ainda é frequentemente marcado por práticas pedagógicas centradas na exposição verbal e na utilização de representações bidimensionais estáticas, o que pode dificultar a compreensão de conceitos tridimensionais por parte dos alunos. Conforme destaca Lorenzato (2006, p. 17), "a Geometria é indispensável para a formação intelectual, pois estimula o raciocínio, a percepção e a imaginação espacial".

Nesse sentido, Duval (2011, p. 22) afirma que:

> A compreensão em matemática implica a capacidade de mobilizar simultaneamente diferentes registros de representação semiótica e de efetuar conversões entre eles. Quando essa coordenação não ocorre, o aluno pode até manipular símbolos, mas não compreende efetivamente o objeto matemático em questão. Essa dificuldade torna-se ainda mais evidente no ensino da geometria, em que a visualização desempenha papel central no processo de aprendizagem.

Essa citação de Duval (2011) evidencia a necessidade de estratégias que ultrapassem a simples exposição verbal e o uso de representações estáticas. Nesse contexto, a inserção de tecnologias digitais no ambiente educacional tem se intensificado, especialmente por meio do uso de softwares e aplicativos que possibilitam a visualização e a manipulação dinâmica de objetos geométricos. Tais recursos ampliam as possibilidades didáticas, permitindo que os estudantes interajam com representações tridimensionais de forma mais significativa. Contudo, a simples incorporação dessas ferramentas não garante, por si só, avanços no processo de ensino e aprendizagem, sendo necessário compreender o papel que essas tecnologias desempenham na mediação do conhecimento geométrico espacial.

Além disso, Borba e Penteado (2016, p. 48) ressaltam que "as tecnologias digitais transformam não apenas as práticas pedagógicas, mas também a própria produção do conhecimento matemático", indicando que sua integração ao ensino deve ser compreendida como parte constitutiva do processo educativo contemporâneo.

Essa necessidade de integração das ferramentas digitais ganha respaldo legal e pedagógico na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o Ensino Médio. O documento preconiza a incorporação das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) de forma transversal, destacando a competência de utilizar e criar ferramentas digitais de forma crítica, significativa e ética. No âmbito da Matemática e suas Tecnologias, a BNCC enfatiza que o uso de softwares de geometria dinâmica e aplicativos de modelagem tridimensional não deve se restringir a uma mera ilustração, mas sim constituir-se como um recurso essencial para

que o estudante possa explorar propriedades, propor conjecturas e realizar simulações. Assim, a normativa nacional converge com a urgência de práticas que estimulem a transição da percepção sensorial para os processos de abstração, legitimando a inserção desses recursos no desenho curricular da Educação Básica.

À luz da Teoria Histórico-Cultural (Vigotski, 2014a; 2014b; 2014c; 2014d; 2014e; 2014f), especialmente nas contribuições de Vygotsky, compreende-se que o desenvolvimento cognitivo ocorre por meio de mediação de instrumentos e signos, sendo a linguagem e os artefatos culturais elementos fundamentais nesse processo. Nessa perspectiva, os softwares educacionais podem ser entendidos como instrumentos de mediação semiótica que, quando integrados a práticas pedagógicas intencionalmente organizadas, contribuem para a formação de conceitos científicos e para a elevação do pensamento empírico ao pensamento teórico.

Diante desse cenário, justifica-se a realização desta pesquisa pela necessidade de compreender, de forma crítica e não instrumental, o papel das tecnologias digitais no ensino de Geometria Espacial, superando visões que as reduzem a meros recursos ilustrativos ou a atalhos motivacionais desprovidos de intencionalidade pedagógica. Embora a produção acadêmica na área tenha crescido nos últimos anos, ainda predominam estudos que se limitam a relatar experiências exitosas ou a comparar desempenhos entre grupos com e sem uso de software, sem aprofundar a análise sobre as condições em que a tecnologia efetivamente se torna um signo mediador do desenvolvimento cognitivo. Essa lacuna teórico-metodológica pode levar, na prática escolar, a usos alienados do software, nos quais o estudante manipula objetos na tela sem, contudo, apropriar-se das relações lógicas que constituem o conceito geométrico.

A presente pesquisa busca contribuir para a superação dessa lacuna ao propor uma análise fundamentada na Teoria Histórico-Cultural (Vigotski, 2014a; 2014b; 2014c; 2014d; 2014e; 2014f), que permite distinguir o uso empírico (restrito à percepção imediata) do uso mediador (que reorganiza as funções psíquicas superiores e promove a transição ao pensamento teórico). Tal compreensão mostra-se relevante tanto para o campo da Educação Matemática quanto para a prática docente, na medida em que pode subsidiar o uso intencional, crítico e fundamentado dessas ferramentas no processo de ensino e aprendizagem, oferecendo subsídios para a formação inicial e continuada de professores que atuam no Ensino Básico.

Nesta perspectiva, esta pesquisa não se limita a compreender a tecnologia como um facilitador didático, mas a analisa como um instrumento de mediação semiótica que, conforme a Teoria Histórico-Cultural (Vigotski, 2014a; 2014b), possui a capacidade de reorganizar as funções psíquicas superiores do estudante. O software, nesse sentido, não atua apenas como suporte para a visualização, mas como um signo historicamente produzido que transforma

qualitativamente a atividade cognitiva. Assim, a problemática central desta investigação não reside apenas em compreender se o uso do GeoGebra 3D melhora a visualização dos objetos geométricos, mas em analisar como esse instrumento possibilita a transição do pensamento empírico — baseado na percepção imediata — para o pensamento teórico, no qual o estudante apreende a essência lógica dos conceitos de Geometria Espacial.

Nesse sentido, o presente trabalho propõe-se a realizar uma análise dialética das produções acadêmicas que abordam o uso de tecnologias no ensino de Geometria Espacial, buscando compreender as contradições, possibilidades e limites presentes nesse processo. Tal abordagem permite apreender o fenômeno em sua totalidade, considerando as relações entre tecnologia, ensino e desenvolvimento do pensamento matemático.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 O Ensino de Geometria Espacial: Visualização e Abstração

A Geometria Espacial representa um domínio do conhecimento matemático que exige do estudante não apenas o domínio de fórmulas, mas a capacidade de estruturar o pensamento tridimensional a partir de conceitos abstratos. Enquanto a Geometria Plana lida com o plano imediato, a espacialidade demanda que o sujeito desenvolva o que Lorenzato (2006) denomina como percepção espacial, um processo que envolve a capacidade de representar, mentalmente, objetos e suas relações de posição no espaço. Sem o devido estímulo a essa faculdade cognitiva, o aprendizado tende a se tornar mecânico, dificultando a resolução de problemas que exigem a imaginação de estruturas não visíveis no desenho estático.

Nesse cenário, a problemática central do ensino tradicional reside na natureza das representações oferecidas. Conforme analisa Duval (2011), o grande desafio pedagógico na geometria é a necessidade de operar com registros de representação semiótica que muitas vezes não são intuitivos para o aluno. O uso predominante de figuras estáticas no quadro ou no papel impõe uma barreira: o estudante é levado a interpretar um objeto tridimensional através de uma representação bidimensional chapada, o que pode gerar distorções na compreensão de conceitos como perpendicularismo, inclinação e volume. Quando o ensino ignora a necessidade de coordenar esses diferentes registros visuais, a aprendizagem acaba restrita à manipulação de símbolos sem a devida compreensão do objeto matemático.

Dessa forma, a visualização na Geometria Espacial deve ser compreendida como um processo cognitivo complexo que ultrapassa o registro sensorial da visão. Segundo a perspectiva de Duval (2011), visualizar em matemática implica a capacidade de identificar

propriedades geométricas sob diferentes perspectivas e transformações. No Ensino Médio, essa competência é fundamental para que o aluno consiga "desconstruir" o desenho e identificar os nexos lógicos que o sustentam, permitindo que a abstração se consolide para além do suporte material da imagem.

A formação do conceito em Geometria Espacial exige que o sujeito consiga elevar sua percepção do nível empírico para o nível teórico. A dificuldade recorrente de muitos estudantes na transição entre essas etapas justifica a busca por instrumentos mediadores que permitam a manipulação ativa das figuras. Apenas por meio de uma atividade que possibilite dar movimento ao objeto geométrico é que o estudante poderá superar a visão limitada da representação estática e alcançar a essência das relações espaciais, integrando o ver e o pensar em uma unidade dialética.

A integração de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) no ensino de Geometria Espacial, conforme discutido por Araújo, Moura e Almeida (2024), permite a implementação de metodologias ativas, como a sala de aula invertida. Sob essa perspectiva, o uso de softwares como o Poly possibilita que o estudante assuma um papel ativo na investigação de poliedros convexos e suas planificações. Essa abordagem rompe com a passividade da aula expositiva, transformando o software em um espaço de experimentação onde o Teorema de Euler deixa de ser uma fórmula abstrata para se tornar uma propriedade observável e verificável na prática investigativa.

Complementarmente, Macedo, Silva e Buriol (2016) exploram o potencial da Realidade Aumentada (RA) por meio de dispositivos móveis, como o aplicativo AppiRAmide. O diferencial desta tecnologia reside na capacidade de sobrepor objetos virtuais ao mundo físico, o que atua como um potente mediador semiótica. Para a Teoria Histórico-Cultural, a RA funciona como um instrumento psicológico que facilita a visualização tridimensional interativa, permitindo que o estudante manipule mentalmente e digitalmente pirâmides e outros sólidos, preenchendo a lacuna entre a representação bidimensional do livro didático e a natureza tridimensional do objeto matemático.

Por fim, a pesquisa de Menegais et al. (2022) reforça a percepção dos estudantes sobre a necessidade de ferramentas que superem o lápis e papel. A utilização de tecnologias digitais é vista pelos alunos como um fator motivador que promove um melhor desempenho na aprendizagem de volumes e áreas de superfícies. No entanto, é fundamental destacar que, para que essas ferramentas não sejam apenas novidades tecnológicas, elas devem ser incorporadas a um projeto pedagógico que vise o desenvolvimento do pensamento crítico e da abstração

reflexionante, garantindo que a tecnologia atue como o elo entre a percepção sensorial e a formação do conceito científico.

A articulação desses estudos recentes com os pressupostos da Teoria Histórico-Cultural estabelece a base necessária para a análise dos dados desta pesquisa. Ao compreender, por meio de Araújo et al. (2024), Macedo et al. (2016) e Menegais et al. (2022), que a tecnologia atua como um mediador capaz de reorganizar o olhar e a ação do estudante, obtém-se o suporte para investigar, no corpus selecionado, se o uso de softwares no Ensino Médio brasileiro tem de fato promovido a ascensão do pensamento empírico ao pensamento teórico. Assim, essas pesquisas servem como parâmetros comparativos e conceituais que permitem identificar se as práticas pedagógicas atuais estão utilizando o digital apenas como uma nova roupagem para o ensino tradicional ou como um verdadeiro instrumento psicológico de formação de conceitos geométricos.

2.2 Teoria Histórico-Cultural

A Teoria Histórico-Cultural (Vigotski, 2014a; 2014b; 2014c; 2014d; 2014e; 2014f), alicerçada no materialismo histórico-dialético (Pires, 1997), compreende o desenvolvimento psíquico humano não como um processo de maturação biológica isolada, mas como um produto das interações sociais mediadas pela cultura. Para Vigotski (2014a; 2014b; 2014c; 2014d), as funções psíquicas superiores, como o pensamento abstrato e a memória lógica, surgem primeiramente no plano interpsicológico, entre indivíduos, para depois serem internalizadas no plano intrapsicológico. Nesse movimento, o papel do estudante é o de um sujeito ativo que se apropria do patrimônio cultural da humanidade, transformando sua estrutura cognitiva ao dominar os instrumentos psicológicos disponíveis em seu tempo histórico.

O conceito de mediação é o núcleo dessa teoria e se manifesta por meio de instrumentos e signos. Enquanto o instrumento físico atua sobre a natureza externa para transformá-la, o signo — ou instrumento psicológico — atua sobre o comportamento e os processos mentais do próprio estudante. No ensino de matemática, os sistemas simbólicos e os softwares digitais funcionam como signos que reorganizam a atividade cerebral. Crítica e dialeticamente, a tecnologia não deve ser vista como um acessório, mas como um suporte semiótico que permite ao estudante realizar operações mentais que seriam impossíveis sem a presença dessa mediação técnica.

A transição do pensamento empírico para o pensamento científico constitui o principal desafio pedagógico dentro da perspectiva histórico-cultural. O pensamento empírico baseia-se

na percepção sensorial imediata e na classificação de objetos por suas aparências externas, o que muitas vezes limita o aprendizado da geometria ao reconhecimento de formas. Em contrapartida, o pensamento científico, ou pensamento teórico, busca apreender o nexo interno e as leis universais que regem o objeto matemático. Para que o estudante atinja essa abstração, a atividade de ensino deve provocar contradições que o levem a superar o dado visual e a compreender a essência lógica do conceito espacial.

A Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) é outra categoria fundamental que define esse movimento entre o que o estudante já consegue realizar de forma autônoma e o que ele é capaz de fazer com o auxílio de um mediador, seja este o professor ou um software dinâmico sob a orientação do professor ou alguém mais experiente. A aprendizagem, portanto, é o motor que impulsiona o desenvolvimento, exigindo uma intencionalidade pedagógica que desafie constantemente as capacidades atuais do sujeito.

É preciso destacar que a apropriação do conhecimento não ocorre por simples exposição ao objeto digital, mas por meio da atividade. Na Teoria Histórico-Cultural, a atividade de estudo é o processo em que o estudante se engaja para resolver problemas que exigem a mobilização de conceitos teóricos. Se o software é utilizado apenas para ilustrar o que o professor fala, ele permanece no plano da mediação elementar. No entanto, quando o estudante manipula o software para testar hipóteses e validar invariantes geométricas, ele converte a ferramenta em um instrumento de seu próprio pensamento, promovendo um salto qualitativo em seu desenvolvimento intelectual (Tikhomirov, 1981).

A linguagem desempenha um papel fundamental como o sistema de signos que organiza a percepção (Vigotski, 2014b). No estudo da Geometria Espacial, a convergência entre a visualização digital e a verbalização dos conceitos permite que o estudante sintetize a imagem e a lógica em uma unidade de pensamento. A fala do estudante ao explicar uma construção no software não é apenas um relato, mas um instrumento de planejamento e fixação do conceito. Assim, a educação do olhar matemático é, simultaneamente, uma educação da linguagem e do raciocínio lógico, integrando intelecto e afeto na atividade criadora de aprender.

A escola tem a função social de promover o desenvolvimento das funções psíquicas superiores através do acesso aos conceitos científicos. No contexto contemporâneo, isso implica reconhecer que as tecnologias digitais são extensões das capacidades cognitivas humanas (Tikhomirov, 1981). O estudante, ao dominar um software como o GeoGebra, não está apenas aprendendo a usar uma ferramenta, mas está se apropriando de um novo modo de pensar o espaço. A privação desse acesso ou o seu uso superficial constituem formas de

exclusão cultural que impedem o estudante de desenvolver plenamente suas potencialidades intelectuais e sua consciência crítica.

Por fim, a análise dialética desta teoria revela que a formação de conceitos é um processo longo e não linear, marcado por rupturas e reorganizações. A tecnologia digital oferece o ambiente de experimentação necessário para que essas rupturas ocorram, permitindo que o erro seja visualizado e corrigido em tempo real. Ao superar a dicotomia entre o concreto e o abstrato, a Teoria Histórico-Cultural oferece o suporte necessário para que a pesquisa analise se as práticas pedagógicas estão, de fato, proporcionando ao estudante a autonomia intelectual necessária para ler e transformar a realidade através do conhecimento geométrico.

3 METODOLOGIA

A presente investigação fundamenta-se nos pressupostos do método Histórico-Dialético (Silva; Javaroni, 2025), método que orienta a Teoria Histórico-Cultural (THC) (Vigotski, 2014a, 2014b, 2014c, 2014d, 2014e, 2014f). Diferente de uma abordagem qualitativa puramente descritiva, esta pesquisa busca compreender o fenômeno educativo em sua totalidade e movimento, considerando que o conhecimento matemático e as ferramentas tecnológicas (softwares) são produtos do desenvolvimento histórico humano.

Sob essa ótica, a pesquisa assume o caráter de pesquisa bibliográfica, mas com o objetivo de realizar uma análise crítica sobre a mediação instrumental no ensino de Geometria Espacial. Entende-se que o software não é um mero facilitador, mas um signo/instrumento que, ao ser apropriado pelo sujeito, promove a reorganização das funções psíquicas superiores e a transição do pensamento sensorial para o pensamento abstrato. Desse modo, o processo de análise não se restringe à categorização de dados, mas busca a essência do fenômeno: como as pesquisas atuais articulam o uso de tecnologias para promover a atividade de estudo e a formação de conceitos geométricos no Ensino Médio.

A seleção e análise do material ocorreram em janeiro de 2026 na plataforma BDTD (Biblioteca Digital de Teses e Dissertações). Em uma primeira busca, utilizaram - se os termos: “Geometria Espacial”, “Software” e “Aplicativos”, o que retornou 111 resultados. A fim de refinar o universo da busca e direcionar os resultados para a área de interesse da pesquisa, foi adicionado o termo “Ensino Médio”, o que por sua vez, resultou em 41 documentos.

Esta trajetória de refinamento não constitui apenas um funil estatístico, mas reflete o movimento dialético de delimitação do objeto: a contradição posta entre a necessidade social de um ensino de Geometria Espacial que supere o verbalismo e a realidade das produções

acadêmicas que, nem sempre, articulam a tecnologia como signo mediador. A escolha dos descritores buscou, portanto, capturar a unidade entre o conteúdo matemático específico e os instrumentos culturais que possibilitam a materialização de conceitos abstratos no Ensino Médio.

Observou-se que os resultados ainda não atendiam plenamente aos requisitos da pesquisa, por isso foram acrescentados os filtros para trabalhos apenas em português e que tenham sido publicados nos anos de 2020 a 2025. A delimitação desses últimos cinco anos justifica-se pela necessidade de mapear o estado da arte mais recente sobre o tema, visto que as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) passam por constantes atualizações técnicas e pedagógicas. Além disso, esse período compreende a produção acadêmica desenvolvida durante e após a pandemia de COVID-19, marco histórico que acelerou significativamente a incorporação de softwares e ecossistemas virtuais no Ensino Médio, trazendo reflexos diretos para as pesquisas em Educação Matemática. Desta forma, obtiveram-se 17 resultados. Durante a etapa de análise técnica por meio da observação dos títulos e autoria, identificou-se que o trabalho de Silva (2020) constava em duplicidade na plataforma; portanto, o corpus real de análise foi fixado em 16 documentos. Assim delimitou-se o universo investigado, o qual passo a dispor na tabela a seguir, apresentando as dissertações e teses encontradas.

Tabela 1 - Dissertações e teses encontradas na BDTD

Ano de publicação	Tipo de documento	Autor	Título
2020	Dissertação	Silva, Luciano Teodoro da	Análise bibliométrica dos artigos envolvendo o GeoGebra apresentados no Encontro Brasileiro de Pós-Graduação em Educação Matemática
2020	Tese	Hedler, Larissa Weyh Monzon	Desenvolvimento do pensamento geométrico espacial GeoGebra, Impressora 3D e Abstração Reflexionante processo de abstração reflexionante
2021	Dissertação	Santos, Ricardo Almeida dos	Ensino de pirâmides no ensino médio: uma sequência didática apoiada na teoria de registro de representação semiótica
2021	Tese	Henrique, Marcos Paulo	Metáforas e toques em tela: potencializando aprendizagens discentes no estudo de retas paralelas e transversais
2022	Tese	Oliveira, George William Bravo de	Olhar, ver, reparar, representar: o desenvolvimento da visualização

2022	Tese	Settimy, Thaís Fernanda de Oliveira	Visualizar é mais do que ver: um estudo sobre o processo de visualização utilizando papel, lápis e o aplicativo GeoGebra 3D
2023	Dissertação	Gabriel, Giselle Alves de Freitas	Aprendizagem significativa da geometria espacial: análise de uma sequência didática para o ensino médio
2023	Dissertação	Sousa, Ivanildo Fernandes De	Sequência Didática Para o Ensino de Prismas e Pirâmides Com o Método de George Polya e Software Geogebra 3D
2023	Tese	Rocha, Luciana Sandrini	BIM como objeto de pensar-com na formação de técnicos em edificações: abstrações reflexionantes no espaço digital
2023	Dissertação	Araújo, Fernando Silva de	Tecnologias na educação matemática: o uso do GeoGebra como ferramenta pedagógica no ensino da geometria espacial no Ensino Médio
2023	Dissertação	Santos, Caio Luiz Escobar dos	Resolução de problemas no ensino médio através de sistemas lineares com o auxílio do GeoGebra
2024	Dissertação	Barbosa, Ivaldo Rodrigues	Uma proposta didática para o ensino de geometria no ensino médio integrado em agropecuária com uso do Geogebra
2024	Dissertação	Rocco, Matheus Lucca de	Representações semióticas: um estudo sobre desenvolvimento de visualização espacial apoiado no uso de materiais físicos e digitais
2025	Dissertação	Vieira, Érika Verzegnassi	Uma revisão sistemática de pesquisas sobre formação de professores de Matemática da Educação Básica com a utilização do GeoGebra
2025	Dissertação	Araujo, Wagner de Oliveira	Trilhas pedagógicas: metodologias facilitadoras no ensino de áreas na preparação para o concurso do colégio naval
2025	Dissertação	Ribeiro Gomes, Gustavo	Ensino da geometria espacial através da realidade aumentada e com a utilização do software Sólidos RA

Fonte: Elaborado pelo autor

Decorrido o levantamento inicial, procedeu-se com a leitura exploratória dos resumos dos 16 documentos selecionados. O objetivo desta etapa foi verificar a aderência direta ao tema central desta pesquisa. Como critério de exclusão, foram descartados os trabalhos que não apresentavam foco específico na utilização de softwares para o ensino da Geometria Espacial, ou que são direcionados a contextos distintos da proposta da investigação.

Com base nesses critérios foram descartados quatro documentos:

- Silva (2020), por se tratar de uma análise bibliométrica geral sobre GeoGebra, sem foco específico em conteúdos de Geometria Espacial;
- Rocha (2023), por aborda a tecnologia BIM na formação de técnicos na edificação fugindo do escopo do Ensino Médio regular e do uso de softwares voltados à geometria espacial na Educação Básica;
- Araujo (2025), por focar na preparação para o concurso do Colégio Naval, cujos objetivos didáticos divergem do ensino de Geometria Espacial de caráter geral.
- Santos (2023), por se tratar de uma proposta de sequência didática para o ensino de sistemas lineares não abrangendo assim a geometria espacial.

Com a definição do corpus final de 12 documentos, a etapa subsequente consiste na análise detalhada de cada obra, cujos achados estão organizados na próxima seção, Resultados e Discussão. Para uma análise dos dados em sua totalidade, faremos a discussão sob duas unidades de análise: i) o software GeoGebra como instrumento de mediação semiótica; ii) visualização empírica e a formação de conceitos geométricos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise do corpus constituído por 12 documentos — selecionados entre teses e dissertações publicadas entre 2015 e 2025 na plataforma BDTD — é aqui empreendida sob a luz da THC. Nesta perspectiva, os resultados não são vistos como dados isolados, mas como evidências de como a atividade de ensino e o uso de instrumentos mediadores (softwares) incidem sobre a psique do estudante de Ensino Médio. Na Tabela 2 apresentamos uma síntese dos 12 trabalhos analisados sob uma perspectiva dialética evidenciando o instrumento, o foco da mediação e as contribuições para a aprendizagem matemática.

Os dados organizados na Tabela 2 devem ser lidos para além de sua aparência descritiva. Sob a ótica da THC, os impactos na aprendizagem relatados pelos autores são interpretados aqui como indícios de reorganização das funções psíquicas superiores. É necessário pontuar a tensão dialética existente: enquanto alguns estudos focam na aprendizagem como acúmulo de informações, esta análise busca identificar onde houve, de fato, a apropriação do instrumento tecnológico para a formação de um pensamento teórico, diferenciando o uso do software como mero suporte visual de sua função como mediador semiótico.

Tabela 2 – Pesquisas analisadas

Autor (Ano)	Ferramenta/ Software	Foco da Mediação (O que o software faz?)	Impacto na Aprendizagem (Segundo o autor)
Hedler (2020)	GeoGebra e impressão 3D	Visualização tridimensional dinâmica	Compreensão conceitua.
Sants (2020)	Sequência Didática	Registro de representação semiótica	Organização do pensamento sobre pirâmides.
Henrique (2021)	GeoGebra	Visualização tridimensional dinâmica	Desenvolveu o pensamento geométrico espacial.
Oliveia (2022)	Materiais manipuláveis, câmeras e smartphones	Auxílio no desenvolvimento das atividades	Aprimorar a compreensão dos conceitos.
Settimy (2022)	GeoGebra	Visualização tridimensional dos sólidos	Melhorou a compreensão dos conceitos de Geometria Espacial.
Gabriel (2023)	Figuras geométricas e GeoGebra	Ferramenta de visualização dinâmica	Maior compreen-são dos conteúdos ao em vez de memorização mecânica.
Sousa (2023)	GeoGebra 3D	Método de Polya (Resolução de Problemas)	Superação de dificuldades em Prismas e Pirâmides.
Araújo (2023)	GeoGebra	Mediação pela sequência didática estruturada	Melhora na compreensão conceitual.
Barbosa (2024)	GeoGebra	Facilitador no cálculo de areas e volumes	Integrar teoria e prática no ensino médio.
Rocco (2024)	Materiais Físicos e Digitais	Desenvolvimento da visualização espacial	Transição entre o concreto e o abstrato.
Vieira (2025)	Geogebra	Visualização e manipulação dinâmica geométrica	Melhora na compreensão e visualização espacial.
Gomes (2025)	Sólidos RA	Manipulação de objetos em um ambiente 3D	Estimular a inteligencia espacial.

Fonte: Elaborado pelo autor

Os trabalhos analisados revelam que a Geometria Espacial, tradicionalmente marcada pelo ensino verbalista e abstrato, encontra nas tecnologias digitais uma possibilidade de materialização de conceitos. Contudo, para além da visualização, busca-se compreender como esses instrumentos potencializam a transição das funções psicológicas elementares para as funções psicológicas superiores, permitindo que o estudante não apenas veja a figura geométrica, mas a pense em sua essência dialética.

Para verticalizar essa compreensão, a análise organiza-se em duas dimensões dialéticas complementares. No tópico 3.1 (O software como instrumento de mediação semiótica), identificam-se os instrumentos tecnológicos explorados nas pesquisas, examinando-os como signos que redefinem a atividade de ensino e a comunicação matemática. Em seguida, na seção

3.2 (Visualização empírica e a formação de conceitos), articulam-se os resultados desses estudos, evidenciando como a mediação digital permite ao estudante de Ensino Médio superar a percepção imediata dos objetos para atingir a essência do pensamento geométrico espacial.

4.1 O software como instrumento de mediação semiótica

A análise do corpus bibliográfico revela que os instrumentos tecnológicos não atuam como meros facilitadores ou suportes de visualização, mas como autênticos signos mediadores que reestruturam a atividade cognitiva. Em consonância com a Teoria Histórico-Cultural (THC), a tecnologia deixa de ser um substituto do quadro negro para se tornar um amplificador que permite ao estudante operar sobre objetos ideais.

As pesquisas de Santos (2021), Vieira (2025), Araújo (2023) e Barbosa (2024), demonstra que o GeoGebra 3D funciona como um sistema de signos dinâmico que auxilia na organização do pensamento sobre os sólidos geométricos espaciais (prismas, pirâmides, cubos, sistemas lineares...). Nesses estudos, o software não é utilizado apenas para ilustrar definições prontas, mas atua como um mecanismo que transforma o ambiente de investigação onde o aluno pode manipular propriedades e descobrir conceitos geométricos. Como ressalta Barbosa (2024, p. 59), “o software GeoGebra evidencia-se positivo enquanto recurso e ferramenta para a educação tecnológica, amplia o campo de visão matemático”.

Todavia, na perspectiva de Vigotski (2014a; 2014b; 2014c; 204f), o software só ascende à categoria de signo se estiver inserido em uma atividade de estudo intencional. A ampliação do campo de visão mencionada por Barbosa (2024) não é um resultado automático da tecnologia, mas da relação dialética entre o sujeito e o objeto mediada pelo professor. Sem a mediação que direcione o olhar do estudante para as propriedades invariantes do objeto geométrico, o software corre o risco de ser apenas um estímulo sensorial, falhando em promover a internalização necessária para o desenvolvimento cognitivo superior.

A mediação por meio do GeoGebra 3D, conforme evidenciado nos estudos de Santos (2021) e Vieira (2025), não se limita a uma facilitação visual, mas instaura uma nova forma de atividade psíquica. O software atua como um instrumento psicológico que permite ao estudante operar sobre o objeto matemático em um plano idealizado, transformando a percepção imediata em uma investigação das leis estruturais dos sólidos. Essa transição é fundamental para que o conceito de Geometria Espacial deixe de ser uma abstração vazia e passe a ser uma síntese de múltiplas determinações captadas pela manipulação dinâmica.

Ao analisar a proposta de Sousa (2023), observa-se a integração do software ao método de resolução de problemas de Polya, o que reforça a ideia de que o instrumento tecnológico deve estar subordinado a uma atividade intencional. Sob a ótica da THC, o software não ensina por si só; ele provê o suporte semiótico para que o estudante execute as operações mentais de análise e síntese, superando dificuldades em prismas e pirâmides através da visualização das propriedades que são invisíveis no desenho estático do papel.

A relação entre o concreto e o abstrato ganha contornos dialéticos mais profundos nos trabalhos de Hedler (2020) e Rocco (2024), que articulam o uso de materiais físicos (impressão 3D e manipuláveis) com o ambiente digital. Essa alternância entre diferentes suportes semióticos promove a desmaterialização do conceito: o estudante percebe que a Geometria não reside no objeto de plástico ou no pixel da tela, mas nas relações lógicas que ambos representam, permitindo a internalização do conceito como função psíquica superior.

A investigação de Henrique (2021) sobre o uso de dispositivos móveis revela que a mediação tecnológica altera a própria natureza do gesto e do olhar pedagógico. O ato de tocar e arrastar na tela não é apenas uma ação motora, mas uma forma de linguagem que materializa o pensamento em tempo real. O *smartphone* deixa de ser um distrator para se tornar um amplificador cognitivo, onde a conjectura visual imediata serve de base para a formação do pensamento geométrico espacial rigoroso.

Contudo, é preciso tencionar criticamente os achados de Gabriel (2023) e Araújo (2023), que apontam a superação da memorização mecânica em favor da compreensão conceitual. Para a THC, essa compreensão deve ser entendida como a apropriação da essência do objeto. O software, enquanto instrumento de mediação, permite que o estudante confronte a aparência mutável da figura dinâmica com a permanência de suas leis (como a ortogonalidade ou razões métricas), promovendo o salto qualitativo do pensamento sensorial para o pensamento teórico. Por fim, a análise dialética do corpus sugere que a eficácia da mediação semiótica depende da superação do uso do software como mera ilustração do livro didático, conforme alertado por autores que observam a permanência do pensamento empírico em certas práticas (Silva, 2023; Cavalcante, 2025; Peli; Amaral, 2025). A verdadeira mediação ocorre quando o GeoGebra é utilizado como um ambiente de investigação onde o estudante é desafiado a reconstruir o conceito matemático, transformando a visualização em um instrumento de investigação da essência lógica da Geometria Espacial.

A compreensão do software como signo mediador permite concluir que a tecnologia não apenas mostra a geometria, mas reconfigura a forma como o estudante a pensa. Essa reestruturação da atividade cognitiva, no entanto, não se encerra na manipulação do

instrumento em si, mas manifesta-se no salto qualitativo da percepção do estudante. Se em um primeiro momento o software atua como suporte para a visualização de propriedades externas, é na superação dessa etapa que reside a verdadeira formação do conceito. Portanto, para verticalizar esta análise, é necessário investigar como essa mediação semiótica atua especificamente na passagem da visualização empírica — restrita ao que os olhos veem na tela— para a formação de conceitos geométricos, onde a mente apreende a essência lógica e universal dos objetos espaciais. É sob essa perspectiva de movimento entre o ver e o conceber que se desenvolve a seção seguinte.

4.2 Visualização empírica e a formação de conceitos geométricos

A formação do conceito geométrico, à luz da Teoria Histórico-Cultural (THC), não se reduz à acumulação de informações sensoriais, mas pressupõe um salto qualitativo na superação da percepção imediata em direção à apreensão da essência lógica do objeto matemático. Para Vigotski (2014b), o conceito não é uma imagem mental estática, mas uma função psíquica superior mediada por signos que permitem ao sujeito operar sobre o nexo interno das propriedades de um objeto. Nesse sentido, a visualização transcende o aparato biológico do ver para se configurar como uma atividade cognitiva educada culturalmente. Ao confrontar os resultados das pesquisas analisadas com essa perspectiva, observa-se que a tecnologia digital atua como o elemento mediador que possibilita a transição do pensamento empírico, restrito à classificação de formas por semelhança externa, para o pensamento teórico, no qual a geometria é compreendida como um sistema de relações necessárias e universais.

A investigação de Oliveira (2022) e Settimy (2022) introduz a tríade "olhar, ver e reparar" como um movimento dialético essencial para a educação do olhar matemático. Sob a ótica da THC, esse processo não é biológico, mas culturalmente mediado pelo GeoGebra 3D. O software permite que o estudante saia da passividade do ver a imagem estática e passe a reparar nas leis de formação dos sólidos, transformando a visualização em um instrumento de investigação que revela o nexo interno do conceito geométrico.

No trabalho de Rocco (2024), a formação de conceitos é potencializada pela alternância entre registros físicos e digitais, o que promove a desmaterialização do objeto geométrico. Essa transição entre o modelo concreto e a representação no GeoGebra obriga o estudante a abandonar as características contingentes do objeto (como cor ou material) para focar nas propriedades universais (como paralelismo e ortogonalidade). Dialeticamente, o conceito deixa de ser um objeto para se tornar uma rede de relações lógicas internalizadas.

A superação do pensamento empírico é evidente nas sequências didáticas analisadas por Gabriel (2023) e Sousa (2023), onde a visualização dinâmica de seções transversais e planificações impede a memorização mecânica. Ao manipular poliedros em tempo real, o estudante é levado a confrontar suas hipóteses com a realidade virtual do software. Esse movimento de ação e reflexão é o que Vigotski (2014b) define como a transição do pensamento sincretizado para o pensamento por conceitos, onde a geometria é compreendida em sua totalidade e movimento.

O estudo de Santos (2021) sobre o ensino de pirâmides demonstra que o software atua como um suporte para o registro de representação semiótica, permitindo que o estudante coordene diferentes visualizações de um mesmo objeto. Essa coordenação é um marcador de desenvolvimento das funções psíquicas superiores, pois exige que o estudante não apenas visualize a base ou a altura isoladamente, mas que integre essas partes no conceito unitário de sólido espacial.

A contribuição de Vieira (2025) reforça que a manipulação dinâmica não serve apenas para facilitar o conteúdo, mas para criar situações de desequilíbrio que forçam a reorganização do pensamento. Ao observar que uma propriedade se mantém constante independentemente da rotação do sólido no GeoGebra, o estudante atinge a essência do pensamento geométrico. A tecnologia, portanto, funciona como um amplificador da mente que permite captar a universalidade da lei matemática em meio à mutabilidade da imagem digital.

Por fim, a síntese dialética desses estudos aponta que a formação do conceito geométrico no Ensino Médio é um processo de ascensão do abstrato ao concreto no plano do pensamento. O software fornece o material para a abstração inicial, mas é a atividade mediada pelo professor que garante que essa imagem se converta em conceito teórico. Assim, a visualização deixa de ser um fim em si mesma para tornar-se o meio pelo qual o estudante se apropria do patrimônio histórico da Geometria, superando a percepção imediata para atingir a essência do saber matemático.

É imperativo, contudo, realizar uma última síntese dialética: a potencialidade do software como mediador semiótica e promotor do pensamento teórico não reside na tecnologia em si, mas na superação da contradição entre o ensino tecnicista e a atividade de estudo emancipada. Os trabalhos analisados, como Oliveira (2022) e Rocco (2024), sugerem que, sem uma intervenção pedagógica que provoque o conflito cognitivo e a necessidade de significação verbal, o software pode converter-se em um novo tipo de mecanicismo digital, onde o estudante manipula objetos sem apropriar-se de sua essência. Portanto, o alto impacto dessa mediação no ensino de Matemática depende da unidade entre o domínio técnico do instrumento e a

consciência crítica do professor sobre o processo de formação das funções psíquicas superiores, garantindo que a Geometria Espacial deixe de ser uma abstração alienada para se tornar uma ferramenta de compreensão da realidade material.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir pesquisa de bibliográfica, fundamentada no método histórico-dialético e na Teoria Histórico-Cultural (THC), constatou-se que os recursos tecnológicos não se restringem à função de suporte didático ou visual, configurando-se como instrumentos de mediação semiótica no processo de ensino e aprendizagem.

Os resultados indicam que o uso de softwares educacionais promove reconfigurações significativas na atividade cognitiva dos estudantes. À luz da Teoria Histórico-Cultural, compreende-se que tais tecnologias atuam como signos mediadores que, quando inseridos em atividades de estudo intencionalmente organizadas, possibilitam ao sujeito operar sobre objetos ideais — tais como prismas, pirâmides e seções planas — em um ambiente dinâmico e interativo.

Evidências empíricas presentes na literatura analisada Hedler (2020), Henrique (2021) e Settimy (2022) demonstram que a visualização tridimensional dinâmica contribui para a superação de práticas pedagógicas centradas na exposição verbal e em representações estáticas, favorecendo a constituição de um ambiente investigativo. Nesse contexto, o estudante assume uma postura ativa, formulando hipóteses, testando conjecturas e confrontando a variabilidade das representações digitais com a invariância das propriedades geométricas.

Adicionalmente, verificou-se que a utilização de tecnologias como a impressão 3D Hedler (2020), e a articulação entre recursos físicos e digitais Rocco (2024) potencializa o processo de abstração, ao evidenciar que os conceitos geométricos não se encontram nos objetos materiais ou nas representações digitais em si, mas nas relações lógico-matemáticas que estes expressam.

Dessa forma, observa-se que o software educacional não se constitui um recurso neutro, mas um elemento mediador que, quando integrado a uma prática pedagógica intencional e criticamente orientada pelo professor, pode favorecer a transição do pensamento empírico para o pensamento teórico no âmbito da Geometria Espacial. Ressalta-se, ainda, que a tensão entre a aparência mutável das representações digitais e a permanência das leis geométricas configura-se como elemento potencializador do desenvolvimento cognitivo dos estudantes.

Por fim, destaca-se a necessidade de ampliação de estudos no campo da Educação Matemática que investiguem, de forma aprofundada, as condições didático-pedagógicas

necessárias para a efetiva integração das tecnologias digitais ao ensino. Do mesmo modo, evidencia-se a importância da formação docente continuada, a fim de possibilitar que tais recursos sejam utilizados não como fins em si mesmos, mas como meios para a apropriação do conhecimento científico, assegurando aos estudantes o acesso ao patrimônio histórico-cultural da Geometria.

Em síntese, a análise dialética do corpus bibliográfico revela que a tecnologia, por si só, não garante o desenvolvimento cognitivo. A superação das dificuldades no ensino de Geometria Espacial exige que o software seja integrado a uma atividade pedagógica intencional, onde o professor atua como mediador entre o saber historicamente acumulado e a ZDP do estudante. Conclui-se que a mediação tecnológica, quando fundamentada na Teoria Histórico-Cultural, deixa de ser um recurso acessório para tornar-se uma via de acesso ao pensamento abstrato, permitindo que o estudante não apenas veja a geometria, mas a utilize como instrumento de leitura e transformação da realidade.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Carla; ALMEIDA, José Joelson Pimentel; MOURA, Tiago Emanuel Domingos. Práticas Pedagógicas na Educação Matemática: Metodologias Ativas e Tecnologias Digitais no Ensino de Geometria Espacial. In: Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática, 9, 2024, Natal. **Anais** do IX SIPEM: Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2024, p. 1-15.

ARAÚJO, Fernando Silva de. **Tecnologias na educação matemática: o uso do GeoGebra como ferramenta pedagógica no ensino da geometria espacial no Ensino Médio**. 105 f. 2023. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) - Centro de Educação, Ciências Exatas e Naturais, Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2023. Disponível em: https://repositorio.uema.br/jspui/handle/123456789/3178. Acesso em: 10 jan. 2026.

ARAUJO, Wagner de Oliveira. **Trilhas pedagógicas: metodologias facilitadoras no ensino de áreas na preparação para o concurso do colégio naval**. 2025. 90 f. Dissertação (Mestrado em Matemática em Rede Nacional) - Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2025. Disponível em: https://rima.ufrrj.br/jspui/handle/20.500.14407/23440. Acesso em: 10 jan. 2026.

BARBOSA, Ivaldo Rodrigues. **Uma proposta didática para o ensino de geometria no ensino médio integrado em agropecuária com uso do Geogebra**. 2024. 73 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Campus Manaus Centro, Manaus, 2024. Disponível em: http://repositorio.ifam.edu.br/jspui/handle/4321/1605. Acesso em: 10 jan. 2026.

BORBA, Marcelo de Carvalho; PENTEADO, Miriam Godoy. **Informática e Educação Matemática**. 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2016.

CAVALCANTE, Raiele Conceição. **A plataforma "desvendando o cálculo" aplicada na transição do pensamento matemático: uma análise pedagógica dos erros dos licenciandos no ensino de limites**. 2025. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia Educacional) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2025.

DUVAL, Raymond. **Ver e ensinar a matemática de outra forma: entrar no modo de pensar matemático**. São Paulo: PROEM, 2011.

GABRIEL, Giselle Alves de Freitas. **Aprendizagem significativa da geometria espacial: análise de uma sequência didática para o ensino médio**. 2023. 119 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023. Disponível em: http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.201.77. Acesso em: 10 jan. 2026.

GOMES, Gustavo Ribeiro. **Ensino da geometria espacial através da realidade aumentada e com a utilização do software Sólidos RA**. [S.l.]: Universidade Estadual Paulista (Unesp), 25 set. 2025. Disponível em: https://hdl.handle.net/11449/317714. Acesso em: 10 jan. 2026.

HEDLER, Larissa Weyh Monzon. **Desenvolvimento do pensamento geométrico espacial: GeoGebra, Impressora 3D e Abstração Reflexionante**. 2020. 245 f. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020. Disponível em: http://hdl.handle.net/10183/219414. Acesso em: 10 jan. 2026.

HENRIQUE, Marcos Paulo. **Metáforas e toques em tela: potencializando aprendizagens discentes no estudo de retas paralelas e transversais**. 2021. 194 f. Tese (Doutorado em Educação, Contextos Contemporâneos e Demandas Populares) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Educação/Instituto Multidisciplinar, Seropédica/Nova Iguaçu, RJ, 2021. Disponível em: http://rima.ufrrj.br/jspui/handle/20.500.14407/9917. Acesso em: 10 jan. 2026.

LORENZATO, Sérgio. **Por que não ensinar Geometria?** Campinas: Autores Associados, 2006.

MACEDO, Alex de Cassio; SILVA, João Assumpção da; BURIOL, Tiago Martinuzzi. Usando Smartphone e Realidade aumentada para estudar Geometria espacial. **RENOTE**, v. 14, n. 2, 2016

MENEGAIS, D. A. N. F.; FERREIRA, V. L. D.; FAGUNDES, D. S.; PENHA, J. T. A utilização das tecnologias digitais no ensino e aprendizagem de Geometria Espacial: a percepção dos estudantes do 3º ano do Ensino Médio. **Cadernos do Aplicação**, v. 35, n. 1, p. 1-13, 2022

OLIVEIRA, George William Bravo de. **Olhar, ver, reparar, representar: o desenvolvimento da visualização**. 2022. 145 f. Tese (Doutorado em Educação, Contextos Contemporâneos e Demandas Populares) - Instituto de Educação/Instituto Multidisciplinar de Nova Iguaçu, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica/Nova Iguaçu, 2022. Disponível em: http://rima.ufrrj.br/jspui/handle/20.500.14407/9946. Acesso em: 10 jan. 2026.

PELI, Débora; AMARAL, Rubia Barcelos. Aprendizagem Virtual de Conceitos da Geometria Euclidiana Espacial: Reflexões sobre Ensino Remoto e Mediação Tecnológica. **EAD EM FOCO**, v. 15, p. e2584-12, 2025.

PIRES, Marília Freitas de Campos. O materialismo histórico-dialético e a Educação. Interface-comunicação, saúde, educação, v. 1, p. 83-94, 1997.

ROCCO, Matheus Lucca de. **Representações semióticas: um estudo sobre desenvolvimento de visualização espacial apoiado no uso de materiais físicos e digitais**. 2024. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – Universidade Federal do Rio

Grande do Sul, Porto Alegre, 2024. Disponível em: http://hdl.handle.net/10183/299455. Acesso em: 10 jan. 2026.

SANTOS, Caio Luiz Escobar dos. **Resolução de problemas no ensino médio através de sistemas lineares com o auxílio do GeoGebra**. 2023. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2023. Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/32596. Acesso em: 10 jan. 2026.

SANTOS, Ricardo Almeida dos; CARGNIN, Claudete. **Prismas e pirâmides: uma sequência didática**. 2021. 34 f. Produto Educacional (Mestrado em Ensino de Matemática) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2021. Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/26219. Acesso em: 10 jan. 2026.

SETTIMY, Thaís Fernanda de Oliveira. **Visualizar é mais do que ver: um estudo sobre o processo de visualização utilizando papel, lápis e o aplicativo GeoGebra 3D**. 2022. 106 f. Tese (Doutorado em Educação, Contextos Contemporâneos e Demandas Populares) - Instituto de Educação/Instituto Multidisciplinar, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica/Nova Iguaçu, 2022. Disponível em: http://rima.ufrrj.br/jspui/handle/20.500.14407/20379. Acesso em: 10 jan. 2026.

SILVA, Eliel Constantino da; JAVARONI, Sueli Liberatti. Developing Students' Computational Thinking to Bridge the Gap between Their Lived Experiences and Math Classes. **The Korean Society of Educational Studies in Mathematics - Journal of Educational Research in Mathematics**, v. 35, p. 489-517, 2025.

SILVA, Eliel Constantino da; JAVARONI, Sueli Liberatti. O uso do método histórico-dialético na investigação sobre o desenvolvimento do pensamento computacional de estudantes no contexto da Educação Matemática. **Obutchénie. Revista de Didática e Psicologia Pedagógica**, [S. l.], v. 9, n. Contínua, p. e2025–16, 2025a.

SILVA, Eliel Constantino da. **Desenvolvimento do pensamento computacional em uma dinâmica pedagógica baseada na perspectiva histórico-cultural: possibilidades para a formação das ações mentais de estudantes e do conceito polígono regular a partir da produção de um pensamento geométrico**. 2023. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2023.

SILVA, Luciano Teodoro da. **Análise bibliométrica sobre os artigos envolvendo o GeoGebra apresentados no Encontro Brasileiro de pós-graduação em Educação Matemática**. 2020. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2020. Disponível em: https://repositorio.cruzeirodosul.edu.br/handle/123456789/810. Acesso em: 10 jan. 2026.

SOUSA, Ivanildo Fernandes de. **Sequência Didática Para o Ensino de Prismas e Pirâmides Com o Método de George Polya e Software Geogebra 3D**. 2023. 77 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico ou Profissional) - Universidade Estadual do Ceará, Sobral,

2023. Disponível em: http://siduece.uece.br/siduece/trabalhoAcademicoPublico.jsf?id=111241. Acesso em: 10 jan. 2026.

TIKHOMIROV, Oleg Konstantinovich. **The psychological consequences of computarization**, in: The Concept of Activity in Soviet Psychology, J. V. Wertsch, ed., M.E. Sharpe Inc., New York, pp. 256-278, 1981

VIEIRA, Érika Verzegnassi. **Uma revisão sistemática de pesquisas sobre formação de professores de Matemática da Educação Básica com a utilização do GeoGebra**. 2025. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2025. Disponível em: https://repositorio.pucsp.br/jspui/handle/handle/45028. Acesso em: 10 jan. 2026.

VIGOTSKI, Lev Semiónovic. **Obras Escogidas: Tomo I**. Madrid: Machado Nuevo Aprendizaje, 2014a.

VIGOTSKI, Lev Semiónovic. **Obras Escogidas: Tomo II**. Madrid: Machado Nuevo Aprendizaje, 2014b.

VIGOTSKI, Lev Semiónovic. **Obras Escogidas: Tomo III**. Madrid: Machado Nuevo Aprendizaje, 2014c.

VIGOTSKI, Lev Semiónovic. **Obras Escogidas: Tomo IV**. Madrid: Machado Nuevo Aprendizaje, 2014d.

VIGOTSKI, Lev Semiónovic. **Obras Escogidas: Tomo V**. Madrid: Machado Nuevo Aprendizaje, 2014e.

VIGOTSKI, Lev Semiónovic. **Obras Escogidas: Tomo VI**. Madrid: Machado Nuevo Aprendizaje, 2014f.