

IMPACTO DA GEOMETRIA DINÂMICA NO DESENVOLVIMENTO DA VISUALIZAÇÃO ESPACIAL DOS ESTUDANTES

IMPACT OF DYNAMIC GEOMETRY ON THE DEVELOPMENT OF STUDENTS'
SPATIAL VISUALIZATION

Ciências Humanas • 31/03/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/774985636](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/774985636)

Jefferson Nunes da Silva¹

Francinete da Silva Pereira²

Fabício Menezes da Costa³

Rozineide Iraci Pereira da Silva⁴

RESUMO

Este estudo investigou o impacto da Geometria dinâmica no desenvolvimento da visualização espacial de estudantes do Ensino Fundamental, por meio de intervenção didática mediada pelo software GeoGebra. A pesquisa adotou delineamento quase-experimental, com aplicação de pré-teste e pós-teste de visualização espacial em grupo experimental e grupo controle. A intervenção teve duração de quatro semanas, envolvendo atividades investigativas com manipulação de sólidos tridimensionais, vistas ortogonais e transformações espaciais. Os resultados quantitativos indicaram avanço significativo no desempenho do grupo experimental, especialmente em tarefas de rotação mental e interpretação espacial. A análise qualitativa evidenciou maior engajamento, autonomia e capacidade de formulação de hipóteses durante as atividades dinâmicas. Conclui-se que o uso sistemático da Geometria dinâmica favorece o desenvolvimento da visualização espacial, desde que articulado a planejamento pedagógico estruturado e mediação docente consistente.

Palavras-chave: Geometria dinâmica. Visualização espacial. GeoGebra. Ensino de Matemática. Ensino Fundamental.

ABSTRACT

This study investigated the impact of dynamic geometry on the development of spatial visualization of elementary school students, through didactic intervention mediated by the GeoGebra software. The research adopted a quasi-experimental design, with the application of pre-test and post-test spatial visualization in an experimental group and a control group. The intervention lasted four weeks, involving investigative activities with manipulation of three-dimensional solids, orthogonal views and spatial transformations. The quantitative results indicated a significant

advance in the performance of the experimental group, especially in mental rotation and spatial interpretation tasks. The qualitative analysis showed greater engagement, autonomy and ability to formulate hypotheses during the dynamic activities. It is concluded that the systematic use of dynamic geometry favors the development of spatial visualization, as long as it is articulated with structured pedagogical planning and consistent teacher mediation.

Keywords: Dynamic geometry. Spatial viewing. GeoGebra. Mathematics Teaching. Elementary School.

INTRODUÇÃO

A integração de tecnologias digitais ao ensino de Matemática tem expandido as abordagens metodológicas voltadas para o desenvolvimento de habilidades cognitivas complexas, destacando-se a visualização espacial. No âmbito da Geometria, a aplicação de softwares de Geometria dinâmica, como o GeoGebra, configura-se como uma estratégia eficaz para promover a construção ativa do conhecimento, possibilitando a manipulação em tempo real de objetos geométricos. Pesquisa recente demonstra que ambientes dinâmicos contribuem significativamente para a compreensão de propriedades geométricas, ao permitir aos estudantes observar simultaneamente invariantes e transformações, articulando múltiplos registros de representação (Marasebessy et al., 2024; Medina Herrera, 2024).

A visualização espacial, definida como a aptidão para imaginar, manipular e transformar mentalmente objetos bidimensionais e tridimensionais, representa uma competência fundamental para o êxito na aprendizagem da Geometria. Estudos internacionais indicam que intervenções pedagógicas mediadas por softwares

interativos exercem influência positiva sobre o desenvolvimento dessa habilidade, especialmente quando articuladas a tarefas investigativas e à exploração orientada (Hasanah, 2023; Ramidha, 2025).

No âmbito do GeoGebra, diversos estudos revelam que suas funcionalidades dinâmicas favorecem a transição entre representações geométricas e algébricas, ampliando a compreensão conceitual dos alunos. Investigações empíricas apontam que o uso regular da plataforma contribui para o aprimoramento da visualização espacial e da argumentação matemática, além de potencializar o engajamento discente nas atividades propostas (Al-Sharjabi et al., 2025; Prassetya, 2025).

Revisões sistemáticas e meta-análises reforçam a eficácia do GeoGebra na melhoria do desempenho acadêmico em Geometria. A análise de múltiplos estudos permitiu identificar avanços consistentes na compreensão espacial quando o software foi incorporado a práticas pedagógicas devidamente estruturadas (Anajihah, 2025; Weinhandl et al., 2020). Tais resultados demonstram que o impacto positivo decorre não apenas da adoção da tecnologia, mas, sobretudo, da qualidade das intervenções didáticas associadas.

No âmbito da educação básica, experiências pedagógicas relatadas em diferentes contextos demonstram que o GeoGebra facilita a manipulação de sólidos geométricos e a visualização tridimensional, aspectos frequentemente considerados desafiadores para os estudantes. Investigações conduzidas no Brasil apontam avanços na compreensão de conceitos espaciais quando atividades digitais são incorporadas às aulas de forma investigativa (Cleuton, 2023; Scalabrin, 2019).

Entretanto, apesar dos resultados promissores, a literatura também sinaliza que o impacto da Geometria dinâmica depende de condições pedagógicas específicas. Pesquisas revelam que a ausência de planejamento adequado ou a utilização meramente demonstrativa do software tende a limitar seus efeitos sobre a aprendizagem (Cyrino; Baldini, 2012; Lima; Silva; Rodrigues, 2024).

Outro fator relevante refere-se ao conhecimento tecnológico e pedagógico necessário para explorar o potencial do GeoGebra. Estudos baseados no modelo TPACK indicam que o domínio integrado de conteúdo, pedagogia e tecnologia é determinante para que o software seja utilizado de maneira significativa (Listiawan et al., 2024; Korkmaz, 2021).

Além disso, pesquisas realizadas em contextos internacionais destacam que a implementação de softwares de Geometria dinâmica pode contribuir para reduzir dificuldades históricas na aprendizagem espacial, especialmente em ambientes com limitações de recursos físicos para manipulação concreta de objetos tridimensionais (Mainali; Key, 2012; Cabral, 2025).

Diante desse panorama, evidencia-se a necessidade de aprofundar investigações que analisem empiricamente o impacto da Geometria dinâmica no desenvolvimento da visualização espacial dos estudantes do Ensino Fundamental. Embora existam evidências consistentes sobre o potencial do GeoGebra, ainda se mostram relevantes estudos que examinem sua aplicação em contextos específicos e identifiquem indicadores concretos de avanço cognitivo. Assim, o presente artigo propõe analisar como intervenções pedagógicas mediadas pelo GeoGebra influenciam o desenvolvimento da visualização espacial, contribuindo para o

fortalecimento das práticas de ensino de Geometria e para o avanço das pesquisas em Educação Matemática.

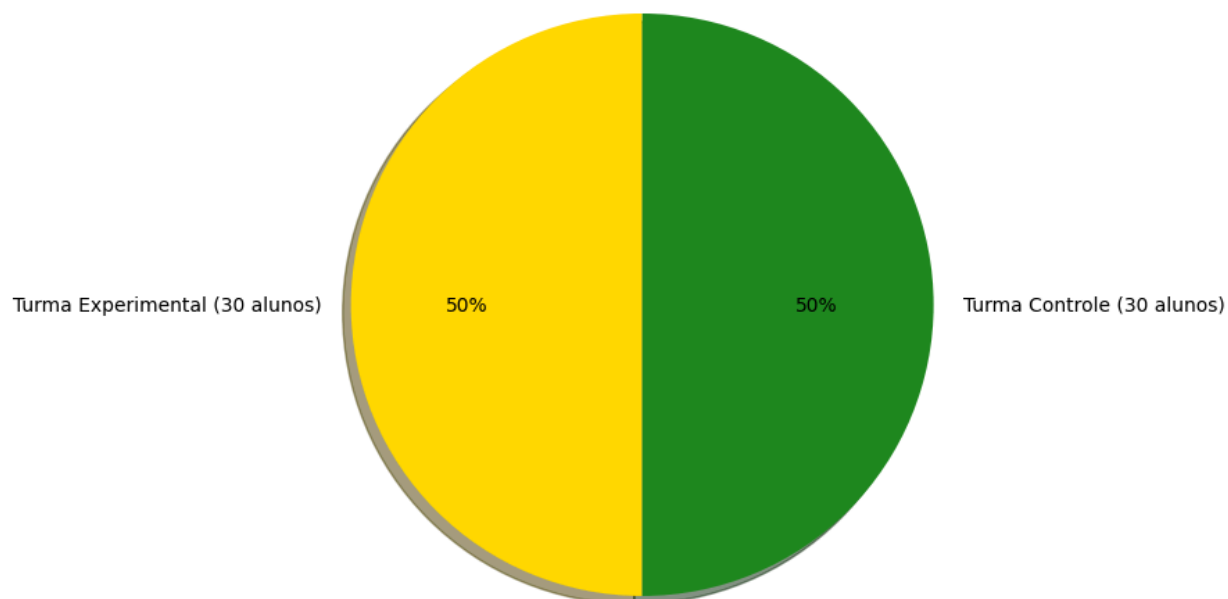
METODOLOGIA

A presente investigação adotou abordagem quantitativa com complementação qualitativa, caracterizando-se como um estudo quase-experimental de natureza interventiva, cujo objetivo foi analisar o impacto da Geometria dinâmica no desenvolvimento da visualização espacial dos estudantes do Ensino Fundamental. A escolha desse delineamento metodológico justificou-se pela necessidade de comparar desempenhos antes e após a aplicação de uma intervenção didática mediada pelo GeoGebra, permitindo identificar variações mensuráveis na habilidade de visualização espacial.

A pesquisa foi realizada em uma escola pública de Ensino Fundamental, envolvendo estudantes do 7º ano, com idades entre 12 e 13 anos. A amostra foi composta por duas turmas: uma turma experimental, que participou das atividades mediadas pelo GeoGebra, e uma turma controle, que recebeu ensino tradicional com recursos convencionais. A seleção das turmas ocorreu por conveniência institucional, considerando disponibilidade e autorização da gestão escolar.

Gráfico 1 – Distribuição dos Estudantes por Grupo.

Gráfico 2 - Distribuição dos Estudantes por Grupo



Fonte: O autor (2026).

O instrumento principal de coleta de dados foi um teste de visualização espacial estruturado com questões envolvendo rotação mental, identificação de vistas ortogonais, manipulação de sólidos geométricos e reconhecimento de transformações espaciais. O teste foi aplicado em dois momentos: como pré-teste, antes da intervenção, e como pós-teste, após a conclusão da sequência didática. O objetivo foi mensurar possíveis avanços na capacidade de manipulação e interpretação espacial dos estudantes.

A intervenção didática teve duração de quatro semanas e foi composta por oito aulas de 50 minutos cada, estruturadas a partir de atividades investigativas com o uso do GeoGebra. As tarefas incluíram construções de sólidos tridimensionais, manipulação de planos de secção, visualização de diferentes perspectivas e análise de propriedades geométricas por meio do recurso de arraste dinâmico. As atividades foram organizadas em sequência progressiva, partindo de conceitos bidimensionais até construções espaciais mais complexas.

Tabela 1 – Estrutura do instrumento de coleta de dados e organização da intervenção didática.

ETAPA	DESCRIÇÃO	OBJETIVO PEDAGÓGICO	DURAÇÃO / APLICAÇÃO
Pré-teste	Aplicação de teste de visualização espacial com questões de rotação mental, identificação de vistas ortogonais, manipulação de sólidos geométricos e reconhecimento de transformações espaciais.	Diagnosticar o nível inicial de visualização espacial e manipulação mental de objetos geométricos.	Aplicado antes da intervenção didática.
Intervenção Didática – Aula 1 e 2	Atividades com construções bidimensionais no GeoGebra, explorando propriedades geométricas básicas e introdução ao recurso de arraste dinâmico.	Familiarizar os estudantes com o ambiente dinâmico e fortalecer a percepção espacial inicial.	2 aulas de 50 minutos.
Intervenção Didática – Aula 3 e 4	Construção e manipulação de sólidos tridimensionais no GeoGebra 3D.	Desenvolver visualização tridimensional e reconhecimento de perspectivas espaciais.	2 aulas de 50 minutos.
Intervenção Didática – Aula 5 e 6	Manipulação de planos de secção e análise de diferentes vistas ortogonais.	Estimular rotação mental e interpretação de representações espaciais.	2 aulas de 50 minutos.
Intervenção Didática –	Exploração de transformações	Consolidar a compreensão de	2 aulas de 50 minutos.

Aula 7 e 8	espaciais e análise de propriedades geométricas por meio de arraste dinâmico.	invariantes e fortalecer a argumentação geométrica.	
Pós-teste	Reaplicação do teste de visualização espacial com estrutura equivalente ao pré-teste.	Mensurar avanços na capacidade de manipulação e interpretação espacial após a intervenção.	Aplicado após quatro semanas de intervenção.

Fonte: O autor (2026).

Durante as aulas, os estudantes trabalharam em duplas no laboratório de informática, sob orientação do professor-pesquisador, que atuou como mediador do processo investigativo. Foram registradas observações sistemáticas sobre engajamento, dificuldades e estratégias utilizadas pelos alunos, com o intuito de complementar os dados quantitativos obtidos nos testes. Esses registros contribuíram para contextualizar os resultados estatísticos e compreender aspectos qualitativos do processo de aprendizagem.

Para análise dos dados quantitativos, utilizou-se estatística descritiva e inferencial. Foram calculadas médias, desvios-padrão e percentuais de acertos nos testes de visualização espacial. Além disso, aplicou-se teste t para amostras independentes, com nível de significância de 5%, a fim de verificar se as diferenças entre os grupos experimental e controle foram estatisticamente significativas após a intervenção.

Os dados qualitativos provenientes das observações foram organizados por meio de análise temática, permitindo identificar padrões relacionados à interação com o software, estratégias

cognitivas empregadas e dificuldades recorrentes. Essa análise possibilitou interpretar de maneira mais abrangente os efeitos da Geometria dinâmica sobre o desenvolvimento da visualização espacial.

Tabela 2 – Procedimentos de análise dos dados quantitativos e qualitativos.

TIPO DE DADO	PROCEDIMENTO DE ANÁLISE	INDICADORES UTILIZADOS	FINALIDADE ANALÍTICA
Dados Quantitativos (Pré e Pós-Teste)	Estatística descritiva	Médias; desvios-padrão; percentuais de acertos	Identificar variação no desempenho em visualização espacial antes e após a intervenção
Comparação entre Grupos	Estatística inferencial (Teste t para amostras independentes)	Nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$)	Verificar se as diferenças entre grupo experimental e controle foram estatisticamente significativas
Análise de Desempenho Intra-grupo	Comparação pré e pós-intervenção	Diferença percentual de acertos; variação média	Avaliar avanço individual e coletivo na capacidade de manipulação espacial

Dados Qualitativos (Observações em Aula)	Análise temática	Categorias emergentes: interação com o software; estratégias cognitivas; dificuldades recorrentes	Compreender processos cognitivos envolvidos na aprendizagem mediada pelo GeoGebra
Integração Quantitativo-Qualitativa	Triangulação de dados	Convergência entre desempenho estatístico e evidências observacionais	Interpretar de forma ampla os efeitos da Geometria dinâmica no desenvolvimento da visualização espacial

Fonte: O autor (2026).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados quantitativos obtidos revelaram um progresso considerável na média de acertos do grupo experimental durante a realização do pós-teste referente à visualização espacial. Essa melhora se torna ainda mais evidente quando se faz uma comparação com o desempenho apresentado pelo mesmo grupo no pré-teste, que foi o momento anterior a essa análise. A comparação entre os dois contextos de avaliação mostra um avanço significativo nas habilidades do grupo em questão. A análise estatística realizada demonstrou uma diferença que é considerada estatisticamente significativa entre os dois grupos, sendo um deles o grupo experimental e o outro o grupo controle. Essa evidência indicou que a intervenção que foi mediada pela utilização do programa GeoGebra teve um efeito mensurável e positivo na

habilidade dos participantes em manipular mentalmente objetos geométricos (Al-Sharjabi et al., 2025; Ramidha, 2025).

A investigação descritiva realizada evidenciou um aumento significativo nas competências relacionadas à rotação mental e à identificação de vistas ortogonais. Este resultado indica que a prática da manipulação dinâmica contribuiu de maneira positiva para o desenvolvimento de representações mentais mais precisas. A constatação desse progresso reforça a eficácia das atividades dinâmicas na promoção da capacidade de visualização e compreensão de relações espaciais de forma mais acurada. Os achados obtidos estão alinhados com a meta-análise conduzida por Schoenherr (2024), que destaca a relevância de intervenções visuais bem estruturadas para aprimorar o desempenho em tarefas que envolvem habilidades espaciais. Além disso, tais conclusões corroboram os resultados apresentados por Marasebessy et al. (2024), os quais demonstram de forma clara o impacto positivo da utilização do software GeoGebra na capacidade de visualização espacial dos utilizadores.

Em relação às atividades envolvendo sólidos tridimensionais, observou-se que o uso do GeoGebra 3D contribuiu para uma compreensão mais detalhada das diferentes perspectivas e dos variados planos de seção. Essa ferramenta, ao apresentar os sólidos de modo visual e interativo, permitiu aos usuários visualizar com mais clareza o comportamento das seções em diferentes pontos de vista, aprofundando o entendimento sobre o tema. A possibilidade de modificar e explorar ângulos distintos facilitou para os estudantes a identificação e o reconhecimento de relações espaciais que antes eram consideradas abstratas ou de difícil assimilação. Esse método proporcionou uma nova maneira de enxergar conceitos

anteriormente distantes, tornando-os mais acessíveis e compreensíveis. Esses resultados estão em consonância com as análises realizadas por Scalabrin (2019) e Cleuton (2023), que também ressaltam o papel do GeoGebra como instrumento facilitador na compreensão da geometria tridimensional.

A análise qualitativa mostrou que os alunos passaram a adotar estratégias cognitivas mais complexas, como antecipação de resultados e formulação de hipóteses, ao utilizar a Geometria dinâmica. Essa mudança revela avanços no raciocínio investigativo e crítico dos estudantes, ampliando a visualização e exploração dos conceitos geométricos. Resultados semelhantes foram relatados por Aulaia et al. (2023), destacando a relação entre interação dinâmica e resolução de problemas espaciais.

Além disso, foi observado um crescimento significativo tanto no engajamento quanto na participação colaborativa dos alunos, demonstrando uma maior interação entre eles. A oportunidade de trabalhar em tempo real com a manipulação de construções gerou um ambiente propício para debates entre colegas, além de favorecer uma troca mais intensa e enriquecedora de estratégias. Essa interação dinâmica, ocorrendo simultaneamente ao processo de criação, possibilita a troca de experiências e conhecimentos, resultando em um aprendizado conjunto mais eficaz. Esse tipo de comportamento serve para corroborar as evidências apresentadas por Hasanah no ano de 2023, assim como aquelas discutidas por Qatrunnada em 2022, ambas estas fontes que enfatizam a importância e o impacto do uso do GeoGebra no incentivo à aprendizagem que é tanto ativa quanto colaborativa entre os alunos.

As informações obtidas indicaram que, durante o período de análise, o grupo de controle demonstrou um progresso sutil e moderado. Contudo, esse avanço foi considerado inferior ao apresentado pelo grupo experimental, que obteve resultados mais expressivos e significativos em comparação. Essa distinção destaca de forma significativa que a aplicação frequente e sistemática da Geometria dinâmica não apenas favorece, mas também potencializa a obtenção de resultados que são claramente superiores se comparados aos que podem ser alcançados por meio de métodos tradicionais. Esse padrão observado nos resultados é congruente com as conclusões da meta-análise que foi realizada por Weinhandl e colaboradores no ano de 2020, a qual reconheceu a presença de efeitos benéficos e favoráveis que o uso do GeoGebra pode proporcionar no processo de aprendizagem relacionado à geometria.

Ao realizar uma análise dos resultados sob a ótica comparativa em nível internacional, é possível notar uma concordância significativa com diversas pesquisas que se dedicaram a examinar modelos de ensino que utilizam o GeoGebra como ferramenta de apoio. Essa consonância revela que as descobertas alcançadas em diferentes contextos e países apresentam semelhanças que corroboram a eficácia dos modelos instrucionais assistidos por essa plataforma específica. Azis, em seu estudo realizado em 2021, evidenciou que a utilização de ambientes híbridos que são mediados através de software pode trazer um aumento considerável nas habilidades espaciais dos estudantes. Isso significa que esse tipo de ambiente, que combina elementos físicos e digitais, proporciona uma experiência de aprendizado mais enriquecedora nesse aspecto específico. Por outro lado, Prassetya, em uma pesquisa de 2025, enfatizou que intervenções que seguem modelos estruturados têm

um efeito mais significativo em comparação com métodos que são aplicados de forma pontual ou isolada.

Um outro ponto que merece destaque diz respeito à integração das atividades no currículo, que é um aspecto importante a ser considerado. A maneira como as tarefas foram organizadas de forma progressiva, começando com construções que são bidimensionais e, em seguida, avançando para aquelas que são tridimensionais, demonstrou ser fundamental e de extrema importância para o desenvolvimento gradual da capacidade de visualização espacial. Essa abordagem sistemática permitiu que o aprendizado ocorresse de maneira mais estruturada, contribuindo significativamente para a melhoria das habilidades relacionadas à percepção e compreensão do espaço em três dimensões. Essa sequência de atividades mencionada se alinha perfeitamente com as propostas de práticas interativas que foram estruturadas e discutidas nas obras de Fiangga, publicadas no ano de 2024, assim como as observações apresentadas pelo estudo realizado pela UNISSULA, cujo resultado foi divulgado em 2025.

A avaliação dos resultados obtidos também revelou de maneira clara que o processo de visualização espacial não ocorreu de forma isolada, mas sim de maneira interligada com a capacidade de compreensão dos conceitos. Após a intervenção, os alunos mostraram uma notável melhoria na precisão ao explicarem as propriedades geométricas. Este fato sugere que o uso de um recurso dinâmico teve um impacto positivo, ajudando a unir a percepção visual com a argumentação matemática de forma mais eficaz. Essa integração é fundamental para o desenvolvimento de um raciocínio matemático sólido. Esse processo de integração é destacado por Medina Herrera (2024), que defende a utilização de

ferramentas visuais na função de amplificadores das capacidades cognitivas.

Além disso, foi percebido que a influência positiva está diretamente ligada ao tempo de interação com o ambiente dinâmico. Ou seja, quanto maior a exposição do indivíduo a esse cenário, mais intensos são os benefícios observados. O período de quatro semanas permitiu uma consolidação gradual e eficiente das habilidades espaciais, evitando que o uso da tecnologia fosse apenas pontual e sem continuidade. Esse tempo mostrou-se essencial para que tanto a familiaridade quanto o domínio das ferramentas tecnológicas fossem incorporados de forma duradoura ao processo de aprendizagem. Assim, o uso da tecnologia deixou de ser esporádico e passou a ter uma aplicação mais estruturada e sistemática. Estudos realizados pelo Instituto Federal de São Paulo (IFSP) em 2025 e por Cabral no mesmo ano reforçam enfaticamente que a persistência nas ações e a organização nos procedimentos são determinantes para alcançar resultados expressivos.

Apesar de os resultados terem apresentado uma avaliação bastante favorável e encorajadora, foram identificados alguns desafios que dizem respeito à adaptação inicial dos alunos ao novo ambiente digital que foi implementado. Esses obstáculos podem incluir dificuldades em se habituar às ferramentas tecnológicas, à metodologia de ensino virtual e à dinâmica de interação em um espaço não presencial. Diversas pessoas enfrentaram desafios e complicações de ordem técnica nos primeiros encontros das aulas, situação essa que exigiu um envolvimento e uma mediação frequentes e contínuas para que todas as questões pudessem ser resolvidas de maneira eficaz. No entanto, vale destacar que essa dificuldade foi diminuindo de maneira gradual ao longo do tempo, o

que confirma a ideia de que a familiarização com o software em questão se apresenta como uma etapa fundamental para que se possam potencializar todos os seus benefícios. Isso é corroborado por Anajihah em suas pesquisas de 2025.

A integração de dados quantitativos e qualitativos permitiu constatar que avanços estatísticos estavam acompanhados por mudanças cognitivas perceptíveis em sala de aula. Observou-se uma relação entre resultados numéricos e melhorias na compreensão e interação escolar. O uso da Geometria dinâmica impulsionou a visualização espacial, proporcionando ferramentas interativas para explorar conceitos geométricos e aprimorar habilidades de percepção e manipulação espacial. Os resultados confirmam estudos anteriores de UM Authors (2025) e Marasebessy et al.

Além disso, foi constatado que a realização de atividades interativas que são bem estruturadas, em particular aquelas que incluem a manipulação de cônicas, assim como as transformações geométricas, contribuiu de maneira considerável para aumentar a compreensão sobre as dimensões espaciais. Essa ampliação na percepção espacial é um resultado direto da participação em tais atividades. As sugestões que foram apresentadas por Fiangga em 2024 demonstram de maneira clara que a utilização de atividades dinâmicas que são especificamente planejadas contribui significativamente para um aprofundamento mais intenso dos conceitos abordados, além de promover um fortalecimento considerável da percepção espacial dos indivíduos envolvidos. Esse tipo de abordagem ativa parece ser vital para o desenvolvimento de habilidades de compreensão e visualização espacial.

De modo geral, os resultados da pesquisa confirmam que a aplicação da Geometria dinâmica, viabilizada pelo software GeoGebra, exerce impacto positivo relevante no desenvolvimento das habilidades de visualização espacial entre alunos do Ensino Fundamental. A ferramenta tecnológica demonstrou-se eficaz na promoção da compreensão e no aprimoramento da capacidade dos estudantes em trabalhar conceitos geométricos de forma interativa e dinâmica. Evidências empíricas e comparações com estudos nacionais e internacionais indicam que intervenções estruturadas, bem planejadas e progressivas promovem avanços significativos nas competências de manipulação e interpretação de conceitos espaciais. Tais intervenções são fundamentais para fortalecer o ensino de Geometria e ampliar as perspectivas de inovação pedagógica em Educação Matemática, desempenhando um papel essencial na qualificação do processo educativo nessa área do conhecimento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente investigação teve por objetivo analisar de maneira aprofundada o impacto da Geometria dinâmica no desenvolvimento das habilidades de visualização espacial entre estudantes do Ensino Fundamental. Para isso, foi realizada uma intervenção didática mediada pelo uso do software GeoGebra, cuja aplicação estruturada permitiu avaliar a potencialidade das tecnologias digitais no processo de aprendizagem. Os resultados obtidos evidenciaram avanços significativos no desempenho do grupo experimental, demonstrando que o uso consistente e planejado desses recursos pode contribuir para a ampliação das competências espaciais e da compreensão geométrica dos alunos.

Durante a intervenção, verificou-se que a manipulação dinâmica das construções geométricas facilitou a formação de imagens mentais mais precisas por parte dos estudantes. Esse processo estimulou a rotação mental, a interpretação de diferentes perspectivas e o reconhecimento de transformações espaciais, aspectos fundamentais para o desenvolvimento das habilidades de visualização. A possibilidade de experimentar, arrastar e observar invariantes em tempo real proporcionou um maior engajamento dos alunos, fortalecendo a articulação entre a percepção visual e a argumentação matemática.

A análise qualitativa dos dados revelou que a intervenção não se limitou à melhoria do desempenho em testes objetivos, mas também promoveu mudanças cognitivas observáveis. Os alunos passaram a demonstrar maior autonomia na resolução de problemas, capacidade de formular hipóteses e antecipar resultados de maneira mais ativa. Esses elementos evidenciam que a Geometria dinâmica, além de sua função instrumental, atuou como mediadora no processo de construção do conhecimento, estimulando o desenvolvimento intelectual dos estudantes.

A progressão organizada das atividades e a continuidade da intervenção mostraram-se fatores essenciais para os resultados alcançados. A sequência didática estruturada permitiu uma consolidação gradual das habilidades espaciais, indicando que a eficácia das tecnologias digitais está diretamente relacionada ao planejamento pedagógico e à mediação realizada pelo docente. Esse cuidado na organização das tarefas contribuiu para um desenvolvimento mais robusto das competências geométricas.

Apesar dos avanços, foram identificados obstáculos iniciais relacionados à adaptação ao ambiente digital. Os estudantes enfrentaram dificuldades nas primeiras aulas, principalmente no uso das ferramentas tecnológicas e na compreensão da dinâmica virtual. No entanto, essas barreiras foram gradualmente superadas, evidenciando que a familiarização com o software é uma etapa fundamental para o aproveitamento pleno dos recursos disponíveis. Dessa forma, a integração da Geometria dinâmica ao currículo escolar revela-se promissora para o fortalecimento do ensino de Geometria, desde que acompanhada de estratégias didáticas bem planejadas e consistentes.

Por fim, a investigação contribui para o campo da Educação Matemática ao fornecer evidências empíricas sobre o desenvolvimento da visualização espacial mediada por tecnologias digitais. Reforça-se, assim, a importância de ampliar pesquisas que articulem inovação pedagógica, aprendizagem significativa e formação crítica dos estudantes, especialmente no contexto da educação básica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

_____. INTERACTIVE ACTIVITIES USING DYNAMIC GEOMETRY (Fiangga, S.). Interactive GeoGebra Activities for Conic Sections. AIP Conference Proceedings, 2024. Disponível em: <https://pubs.aip.org/aip/acp/article/3116/1/070019/3294884>. Acesso em 23/02/2026.

AL-SHARJABI, Ghaleb; et al. The Effectiveness of GeoGebra to Improve Visual Representation Ability of Students. Revista Internacional de Educação Matemática, 2025. Disponível

em: https://www.researchgate.net/publication/350208693_The_Effectiveness_of_Software_GeoGebra_to_Improve_Visual_Representation_Ability. Acesso em 23/02/2026.

ANAJIHAH, N. M. Meta-Analysis Study: Effectiveness of Using GeoGebra on Mathematical Abilities. Indomath Journal, 2025. Disponível

em: <https://indomath.org/index.php/indomath/article/view/140>. Acesso em 23/02/2026.

AULAIA et al. Interaction of Visualization and Spatial Problem Solving Using GeoGebra. Journal of Mathematics Education, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.29303/jpm.v18i1.3186>. Acesso em 23/02/2026.

AZIS, Y. M. Geogebra assisted blended learning on students' spatial geometry ability. Journal of Physics: Conference Series, v. 1839, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1839/1/012009>. Acesso em 23/02/2026.

CABRAL, A. A implementação do ambiente GeoGebra no ensino superior e educação básica. SciELO Preprints, 2025. Disponível em: <https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/download/12867/23627>. Acesso em 23/02/2026.

CLEUTON, F. A. de A. O uso do GeoGebra no ensino de sólidos geométricos: uma experiência pedagógica. Educação Matemática – Vol. 02, Fortaleza, 2023. Disponível em: https://mail.editorarealize.com.br/editora/ebooks/conedu/2023/GT13/TRABALHO_COMPLETO_EV185_MD5_ID21524_TB6449_12112023223318.pdf. Acesso em 23/02/2026.

HASANAH, D. A. The Mathematics Learning using GeoGebra Software to Improve Students' Spatial Ability. Journal of Mathematics Education, 2023. Disponível em: <https://fkip.ulb.ac.id/wp-content/uploads/2023/02/1.-Artikel-The-Mathematics-Learning-using-Geogebra-1.pdf>. Acesso em 23/02/2026.

IFSP. A utilização do GeoGebra no ensino da Matemática e sua contribuição à visualização e manipulação geométrica. Repositório IFSP, 2025. Disponível em: <https://repositorio.ifsp.edu.br/bitstreams/20ca7ca1-4c14-47ea-a8f0-198b87f88138/download>. Acesso em 23/02/2026.

MARASEBESSY, R.; et al. Fostering spatial visualization in GeoGebra-assisted geometry lessons: a systematic review. European Journal of Science and Mathematics Education, Londres, v. 12, n. 2, 2024. Disponível em: <https://www.ejmste.com/article/fostering-spatial-visualization-in-geogebra-assisted-geometry-lesson-a-systematic-review-and-15170>. Acesso em 23/02/2026.

MEDINA HERRERA, L. M. Enhancing mathematical education with spatial visualization tools. Frontiers in Education, 2024. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/education/articles/10.3389/educ.2024.1229126/full>. Acesso em 23/02/2026.

PRASSETYA, N. Exploring the role of GeoGebra-assisted instructional model on spatial visual ability. IJMSEd, 2025. Disponível em: <https://nakiscience.com/index.php/IJMSEd/article/download/176/150>. Acesso em 23/02/2026.

QATRINNADA, K. Development of Learning Media Assisted by GeoGebra to Improve Spatial Ability. Go Journal, 2022. Disponível

em: <https://ojs.berajah.com/index.php/go/article/view/172>. Acesso em 23/02/2026.

RAMIDHA, N. F. The Effect of Dynamic Geometry Software-Based Instruction on Spatial Visualization. *Journal of Dynamic Geometry Research*, 2025. Disponível em: <https://jpp.fkip.unila.ac.id/index.php/jpp/article/download/911/686>. Acesso em 23/02/2026.

SCALABRIN, A. M. M. Geometria espacial com o software GeoGebra 3D: análise educacional. *Revista Educitec*, 2019. Disponível em: <https://sistemascmc.ifam.edu.br/educitec/index.php/educitec/article/view/554>. Acesso em 23/02/2026.

SCHOENHERR, J. Learning with visualizations helps: A meta-analysis of visualization interventions in mathematics education. *Visualization in Education Journal*, 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1747938X24000484>. Acesso em 23/02/2026.

UM Authors. Analysis of Students' Spatial Ability Using GeoGebra in Spatial Geometry. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 2025. Disponível em: <https://journal.um.ac.id/index.php/jptpp/article/view/25624>. Acesso em 23/02/2026.

UNISSULA Study. The Use of GeoGebra Interactive Multimedia on Spatial Geometry. *Pendas Journal*, 2025. Disponível em: <https://jurnal.unissula.ac.id/index.php/pendas/article/download/41237/13228>. Acesso em 23/02/2026.

WEINHANDL, et al. A meta-análise da aplicação do GeoGebra na aprendizagem de geometria. *Computer Science and Information*

Systems, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.2298/csis0902191D>. Acesso em 23/02/2026.

¹ Graduado em Licenciatura em Matemática – Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Especialista em Ensino da Matemática (UNIBF). Mestrando em Ciências da Educação - Christian Business School (CBS). Professor do Ensino Médio e Ensino Fundamental Anos Iniciais. Autazes - AM. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#). ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-3302-1668>. Lattes: <https://lattes.cnpq.br/0637089328846123>.

² Graduado em Letras – Língua Portuguesa – Universidade Estadual do Amazonas (UEA). Especialista em Ensino da Linguística Aplicada a Educação – Faculdade Dom Alberto. Mestranda em Ciências da Educação - Christian Business School (CBS). Professora do Ensino Fundamental Anos Finais e Ensino Médio. Autazes -AM. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#). ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-0603-4484>. Lattes: <https://lattes.cnpq.br/7942704415696648>.

³ Licenciando em Matemática – Universidade Federal do Amazonas (UFAM). ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-6841-0466>. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9967005967044622>.

⁴ PhD e Doutora em Ciências da Educação - Christian Business School (CBS), título de doutora em educação reconhecido pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Mestre em Ciências da Educação - Christian Business School (CBS), título de mestre em educação reconhecido pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Especialista em Escrita Acadêmica Avançada. Especialista em Psicopedagogia, Terapeuta ABA, Graduada em Pedagogia e Habilitação em Magistério pela Escola Municipal de Cumaru-PE. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#). ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-6863-7874>. Lattes: <https://lattes.cnpq.br/6545566162309530>.