



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS FLORIANO
CURSO LICENCIATURA EM MATEMÁTICA**

CAROLYNE OLIVEIRA MENDES

**A UTILIZAÇÃO DO APLICATIVO SÓLIDOS RA NO ENSINO DE GEOMETRIA
ESPACIAL, UM ESTUDO COM ALUNOS DO 3º ANO DO ENSINO MÉDIO**

FLORIANO-PI

2026

CAROLYNE OLIVEIRA MENDES

A UTILIZAÇÃO DO APLICATIVO SÓLIDOS RA NO ENSINO DE GEOMETRIA
ESPACIAL, UM ESTUDO COM ALUNOS DO 3º ANO DO ENSINO MÉDIO

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico) apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Licenciatura em Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Floriano .

Orientadora: Prof^a. Dr^a. André Luiz Ferreira de Carvalho Melo.

Coorientador: Prof. Me. Moaci Rodrigues Passos.

FLORIANO-PI

2026

A UTILIZAÇÃO DO APLICATIVO SÓLIDOS RA NO ENSINO DE GEOMETRIA ESPACIAL, UM ESTUDO COM ALUNOS DO 3º ANO DO ENSINO MÉDIO

Carolynne Oliveira Mendes¹
 André Luiz Ferreira de Carvalho Melo²
 Moaci Rodrigues Passos³

RESUMO

Este artigo tem como objetivo geral analisar as contribuições do aplicativo Sólidos RA para o ensino e a aprendizagem da Geometria Espacial por estudantes da 3ª série do Ensino Médio do Instituto Federal do Piauí, Campus Floriano. A pesquisa parte da compreensão de que o ensino de Matemática, especialmente da Geometria Espacial, ainda enfrenta desafios relacionados à abstração dos conteúdos, à dificuldade de visualização tridimensional e à permanência de metodologias tradicionais. Para enfrentar essas dificuldades, foi desenvolvida uma sequência didática com o uso do aplicativo Sólidos RA, recurso baseado em Realidade Aumentada que permite a visualização, manipulação e exploração de sólidos geométricos em ambiente tridimensional. A investigação adotou abordagem qualitativa e quantitativa, configurando-se como um estudo de caso. Foram utilizados como instrumentos de coleta de dados o pré-teste, o pós-teste, questionário semiestruturado e observação participante. Os resultados demonstraram avanço significativo no desempenho dos estudantes, com aumento da média de 2,13 no pré-teste para 4,48 no pós-teste. Além disso, a observação revelou maior participação, interesse e engajamento dos alunos durante a oficina. Conclui-se que o aplicativo Sólidos RA contribuiu para tornar a aprendizagem mais visual, interativa, colaborativa e significativa.

Palavras-chave: Educação matemática; TICs; Sólidos RA; ensino de geometria espacial.

ABSTRACT

The overall objective of this article is to analyze the contributions of the Sólidos RA app to the teaching and learning of spatial geometry by 11th-grade students at the Federal Institute of Piauí, Floriano Campus. The research is based on the understanding that the teaching of mathematics—especially spatial geometry—still faces challenges related to the abstract nature of the content, the difficulty of three-dimensional visualization, and the persistence of traditional methodologies. To address these challenges, a teaching sequence was developed using the Sólidos RA app, an augmented reality-based tool that allows students to visualize, manipulate, and explore geometric solids in a three-dimensional environment. The study employed both qualitative and quantitative approaches and was designed as a case study. The data collection instruments used were a pretest, a posttest, a semistructured questionnaire, and participant observation. The results demonstrated

¹ Graduanda em Licenciatura em Matemática. Instituto Federal do Piauí, Campus Floriano. caflo.2021114lmat31@aluno.ifpi.edu.br.

² Dr. em Engenharia de Materiais. Instituto Federal do Piauí, Campus Floriano. andreluiz@ifpi.edu.br.

³ Mestre em Matemática. Instituto Federal do Maranhão, Campus Buriticupu. moaci.passos@ifma.edu.br.

significant improvement in student performance, with the average score rising from 2.13 on the pretest to 4.48 on the posttest. Furthermore, observation revealed greater student participation, interest, and engagement during the workshop. It is concluded that the Sólidos RA app contributed to making learning more visual, interactive, collaborative, and meaningful.

Keywords: Mathematics education; ICTs; Sólidos RA; teaching of spatial geometry.

Data de aprovação: 10/07/2026 (data de apresentação do TCC)

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Matemática nas escolas enfrenta desafios que dificultam a participação efetiva dos estudantes, uma vez que ainda se apoia em modelos pedagógicos tradicionais, pouco alinhados às transformações sociais contemporâneas, esse cenário torna-se ainda mais evidente quando se observa o perfil dos alunos atuais, que desde cedo estão inseridos em contextos digitais.

Entretanto, a superação dessas práticas tradicionais não se restringe à adoção de soluções imediatas ou ferramentas isoladas. Conforme argumentam Mendes et al. (2024), a transformação educacional efetiva pressupõe uma postura reflexiva e o envolvimento dos diferentes sujeitos envolvidos no contexto escolar. Nessa perspectiva, a familiaridade dos alunos com as tecnologias digitais, apontada por Mazzaro (2024), reforça a necessidade de que instituições e docentes incorporem recursos pedagógicos compatíveis com essa realidade, de modo a evitar o distanciamento entre o conhecimento matemático e as experiências cotidianas dos estudantes.

Diante disso, a permanência de práticas pedagógicas tradicionais, fundamentada sobretudo na repetição de procedimentos e na memorização de fórmulas, tem se mostrado limitada diante das exigências educacionais do século XXI. Conforme apontam Pacheco e Andreis (2018), as dificuldades de aprendizagem não ocorrem de forma isolada, estando associadas a diversos fatores, entre os quais se destaca a metodologia utilizada pelo professor. Dessa forma, evidencia-se a necessidade de uma renovação no sistema educacional que promova a adoção de novas estratégias no contexto escolar, com o objetivo de superar modelos de ensino

desatualizados e promover a construção do conhecimento de maneira mais contextualizada.

Nesse cenário marcado pela permanência de práticas tradicionais, o ensino de Geometria Espacial evidencia sua complexidade, sendo frequentemente conduzido por meio de uma abordagem excessivamente teórica, centrada na apresentação de fórmulas e conceitos numéricos. Segundo Borsoi (2016), essa abordagem dificulta a aprendizagem, pois o conteúdo é desvinculado de uma visualização concreta. A partir dessa constatação, observa-se que a ausência de recursos que auxiliem a transição do plano bidimensional para a compreensão tridimensional tende a gerar dificuldades cognitivas na construção mental dos sólidos, o que pode resultar em baixo rendimento por parte dos estudantes.

Além disso, observa-se que a Geometria permaneceu, durante um longo período, em posição secundária nos currículos educacionais, sendo abordada de maneira desarticulada (Clemente *et al.*, 2015 apud Silva, 2019). No entanto, esse panorama foi gradualmente revisto a partir da implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a qual reforça o papel da Geometria na formação integral dos estudantes. De acordo com a BNCC, o desenvolvimento de competências relacionadas ao estudo de áreas e volumes deve ocorrer por meio da resolução de situações-problema contextualizadas, com estímulo ao uso de recursos tecnológicos como estratégia para ampliar a compreensão conceitual e favorecer a articulação entre teoria e prática (Brasil, 2018).

A inserção das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) no contexto educacional ultrapassa o simples acesso a recursos digitais e configura-se como uma mudança estratégica na forma de construção do conhecimento. Conforme destacam Brandalise *et al.* (2025), a tecnologia redefine a dinâmica da sala de aula, demandando que o professor deixe de atuar como único transmissor de saberes e passe a assumir a função de mediador do processo de aprendizagem. Nesse sentido, o protagonismo do aluno e o desenvolvimento de sua autonomia ganham centralidade, contribuindo para sua preparação frente às exigências de uma sociedade cada vez mais conectada. Contudo, para que essa integração ocorra de maneira efetiva, a formação e a capacitação contínua dos docentes constituem um dos principais desafios para um uso crítico e pedagógico das tecnologias (Nóbrega, 2014; Brandalise *et al.*, 2025).

Nessa perspectiva, a atualização das práticas pedagógicas favorece a incorporação de simuladores geométricos como recursos capazes de aproximar os conteúdos teóricos de aplicações práticas. Diferentemente do modelo tradicional, pautado na observação passiva, o uso de softwares matemáticos estimula a atuação ativa do estudante, que passa a explorar e manipular informações de forma dinâmica (Vasconcelos e Santos, 2024). Essa abordagem contribui para a compreensão de conceitos de natureza abstrata, ao promover experiências mais concretas e ao inserir o aluno como agente central no processo de construção do conhecimento.

Nesse contexto, os aplicativos móveis vêm se consolidando como alternativas que ampliam as possibilidades pedagógicas para além da aula expositiva tradicional. Recursos amplamente utilizados, como o Photomath no estudo da Álgebra e o GeoGebra na análise de representações gráficas, evidenciam o potencial da tecnologia para tornar processos matemáticos complexos mais acessíveis. Paralelamente, destaca-se o surgimento de ferramentas baseadas em Realidade Aumentada, que viabilizam a visualização tridimensional de sólidos geométricos, promovendo uma maior aproximação entre o ambiente digital e o espaço físico vivenciado pelo estudante.

O aplicativo Sólidos RA representa uma ferramenta digital estratégica para o ensino de Geometria, constituindo um avanço significativo no campo didático-pedagógico ao utilizar a Realidade Aumentada. Ao integrar objetos virtuais ao ambiente físico, essa tecnologia possibilita que o estudante visualize e manipule sólidos geométricos em seu próprio espaço de aprendizagem, facilitando a compreensão de conceitos que, tradicionalmente, apresentam um alto grau de abstração. Segundo Amorim e Freitas (2023), a adoção desse recurso favorece o ganho de segurança por parte dos estudantes na manipulação dos conteúdos, além de otimizar a percepção visual e promover uma construção de conhecimento baseada na interatividade.

Dessa forma, a questão norteadora deste trabalho foi: quais são as contribuições do aplicativo Sólidos RA para o ensino e a aprendizagem da Geometria Espacial por estudantes do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública de Floriano (PI)?

2 METODOLOGIA

O presente estudo tratou de uma pesquisa cuja forma de abordagem será tanto quantitativa quanto qualitativa, realizada por meio de um estudo de caso com alunos da 3º série do curso Técnico em Informática Integrado ao Médio do Instituto Federal do Piauí (IFPI), Campus Floriano.

A abordagem quantitativa é uma metodologia de pesquisa tendo como objetivo identificar padrões e relações causais a partir de grandes amostras, utilizando instrumentos e técnicas objetivas, como questionários, testes e análises estatística, sendo totalmente baseada em métodos matemáticos no processo de coleta e análise de dados numéricos para descrever, explicar e prever fenômenos (Mineiro, *et al.*, 2022).

Por outro lado, a abordagem qualitativa concentra-se na compreensão profunda dos fenômenos a partir da perspectiva dos indivíduos envolvidos, Wolffenbüttel (2023) destaca algumas características importantes dessa metodologia, bem como: entender e descrever os fenômenos de forma profunda, sempre levando em consideração os diferentes contextos e respeitando as diferenças entre o mundo social e o natural, adaptando seus métodos e teorias conforme os dados coletados, sempre com objetivo de obter resultados confiáveis, e rejeita a ideia de um único modelo de pesquisa válido para todas as áreas do conhecimento.

Em suma, Gerhardt e Silveira (2009) destacam que abordagem qualitativa ajuda a entender os motivos por trás das coisas, enquanto a quantitativa mede e quantifica os dados, assim quando usadas juntas em uma pesquisa aplicada, essas duas abordagens se complementam, oferecendo uma compreensão mais completa ao explicar os motivos e ao medir os resultados.

Por fim, o estudo de caso é uma metodologia de pesquisa que envolve a investigação detalhada sobre um fenômeno específico, evento, situação ou grupo em um contexto real, podendo focar em um único caso ou em vários para entender suas dinâmicas e características. Segundo Sátyro e D'Albuquerque (2020), é possível classificar o estudo de caso em duas perspectivas, sendo elas: a primeira é com base na profundidade da análise, sendo um estudo detalhado e focado nos processos internos; já a segunda é pelo número de casos analisados, podendo ser um estudo menos detalhado, se o estudo focar em apenas um caso, buscando identificar tendências e efeitos mais amplos, geralmente usando dados numéricos.

A pesquisa foi dividida em dois momentos. Inicialmente os alunos investigados participaram de uma oficina que versou sobre os conceitos de geometria espacial com o auxílio do App Sólidos RA. No segundo momento, foi coletada a opinião dos participantes acerca da utilização do App estudado, bem como da importância da oficina desenvolvida.

Para tanto, foram utilizados como instrumentos de coleta de dados um questionário semiestruturado, bem como a observação participante. Além disso, com o objetivo de investigar a eficácia da utilização do aplicativo de realidade aumentada no estudo de sólidos em Geometria Espacial, quedou-se necessária a realização do comparativo de dois testes (pré-teste e pós-teste) que foram aplicados aos alunos.

A análise comparativa do desempenho acadêmico dos estudantes antes e depois da intervenção constituiu um dos principais critérios para avaliar a efetividade da proposta pedagógica desenvolvida. Embora a turma fosse composta por 31 estudantes, participaram do pré-teste 29 alunos e do pós-teste 25. Entretanto, para garantir a comparabilidade dos resultados e assegurar maior rigor metodológico, a análise foi realizada exclusivamente com os 23 participantes que concluíram ambas as etapas avaliativas, permitindo uma avaliação mais precisa da evolução do desempenho após a intervenção.

A observação participante é uma técnica de pesquisa qualitativa em que o pesquisador se envolve diretamente no ambiente no qual está estudando. Campos *et al.* (2021), ressaltam que muitos pesquisadores, ao utilizar a observação participante, acreditam que precisam agir da mesma forma que o grupo estudado, embora imitar o comportamento do grupo possa parecer forçado, pode levar até ao afastamento dos mesmo, Campos complementa que o mais importante é ser aceito e ganhar a confiança do grupo.

Nesse sentido, de acordo com Gonçalves (2023), o processo de aplicação da técnica observação participante é dividido em três fases, sendo elas: A primeira fase é a inserção, na qual coincide quando o pesquisador se aproxima do grupo social e busca de ganhar a confiança; em seguida, há a fase de apropriações, que está relacionado ao processo do aprofundamento do conhecimento sobre o grupo, identificando os aspectos importantes da vida cotidiana; a terceira fase é destinada para sintetizar e analisar os dados, ficando na organização dos dados coletados, com o objetivo de obter uma compreensão clara da realidade do grupo. Assim, essas etapas foram fundamentais para uma boa aplicação da pesquisa.

Os resultados quantitativos oriundos dos testes e do questionário foram tabulados em forma de gráficos e tabelas com o auxílio do software Google planilhas e nortearão a análise quantitativa da pesquisa, ao passo que as escritas do questionário e os dados obtidos com a observação participante nortearão a análise qualitativa da investigação.

3 RESULTADOS

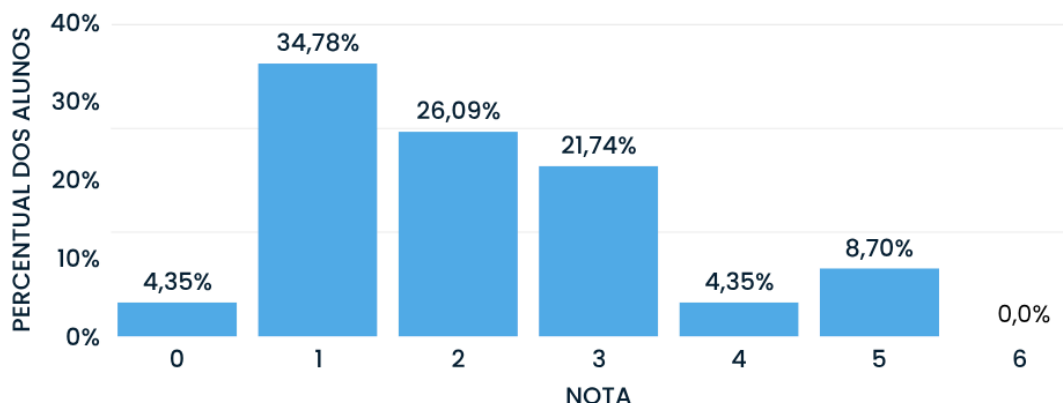
Nesta seção, serão apresentados e debatidos os resultados alcançados com a implementação do minicurso de Geometria Espacial, em conjunto com o aplicativo Sólidos RA como recurso pedagógico.

O impacto da intervenção foi mensurado por meio de medidas estatísticas como média, mediana, valores mínimo e máximo das notas, além da distribuição de acertos por questão. Complementarmente, investigou-se a percepção dos estudantes acerca da metodologia empregada, cujos dados foram coletados por meio de questionário no Google Forms, os quais serão detalhados a seguir

3.1 DESEMPENHO DOS ESTUDANTES NO PRÉ-TESTE

Os resultados do pré-teste revelam que os estudantes apresentavam conhecimentos iniciais limitados em relação aos conceitos de Geometria Espacial. A distribuição das notas evidencia que a maior parte dos participantes concentrou seu desempenho nas menores pontuações da avaliação, indicando dificuldades na resolução das questões propostas antes da implementação da sequência didática.

Gráfico 1 - Distribuição das notas obtidas no pré-teste.



Fonte: Elaboração própria (2026)

Conforme apresentado no Gráfico 1, observa-se uma concentração das notas nas faixas inferiores da escala de avaliação, com predominância de pontuações entre 1 e 3 pontos. Apenas uma pequena parcela dos estudantes alcançou as maiores notas da avaliação, e nenhum participante obteve a pontuação máxima. Além disso, verificou-se a ocorrência de notas iguais a zero, evidenciando que alguns estudantes não conseguiram resolver corretamente nenhuma das questões propostas. Esses resultados indicam que a turma apresentava domínio restrito dos conteúdos avaliados, reforçando a necessidade de uma intervenção pedagógica voltada ao fortalecimento dos conceitos de Geometria Espacial.

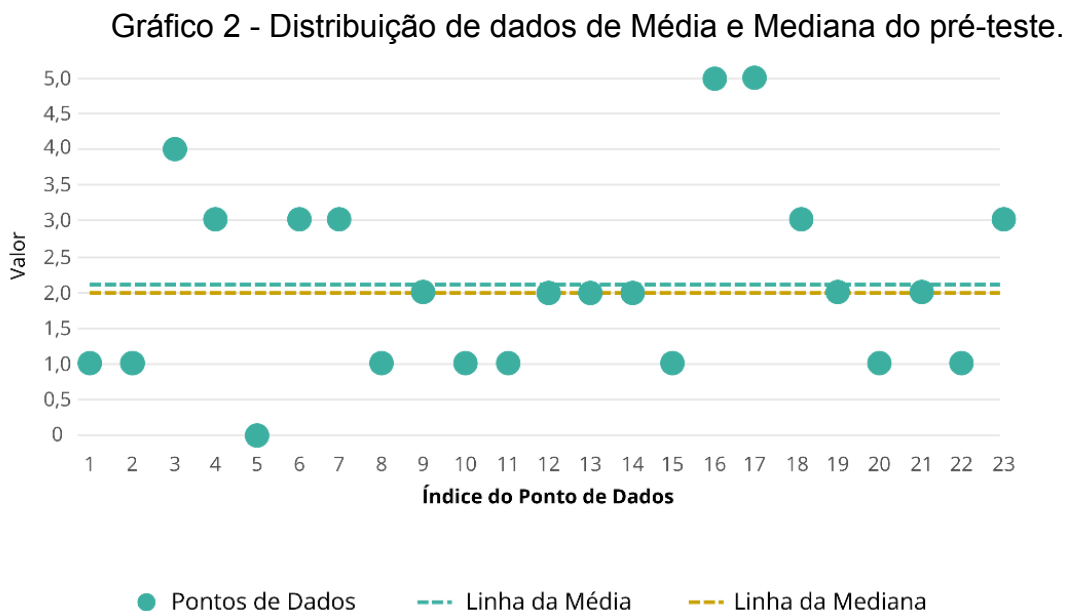
Tabela 1 - Estatísticas descritivas do desempenho dos estudantes no pré-teste.

NÚMERO DE PARTICIPANTES	MÉDIA	MODA	MEDIANA	DESVIO PADRÃO	MÍNIMO	MÁXIMO
23	2,13	1	2	1,32	0	5

Fonte: Elaboração própria (2026)

As estatísticas descritivas apresentadas na Tabela 1 corroboram essa interpretação, permitindo uma visão geral do desempenho da turma. A média obtida foi de 2,13, indicando baixo desempenho geral da turma antes da intervenção. A mediana igual a 2 demonstra que pelo menos metade dos estudantes obteve nota igual ou inferior a esse valor, enquanto a moda igual a 1 revela que essa foi a pontuação mais frequente entre os participantes. O desempenho variou entre 0 e 5,

confirmando que a turma ainda apresentava dificuldades significativas em relação aos conhecimentos avaliados.



Fonte: Elaboração própria (2026)

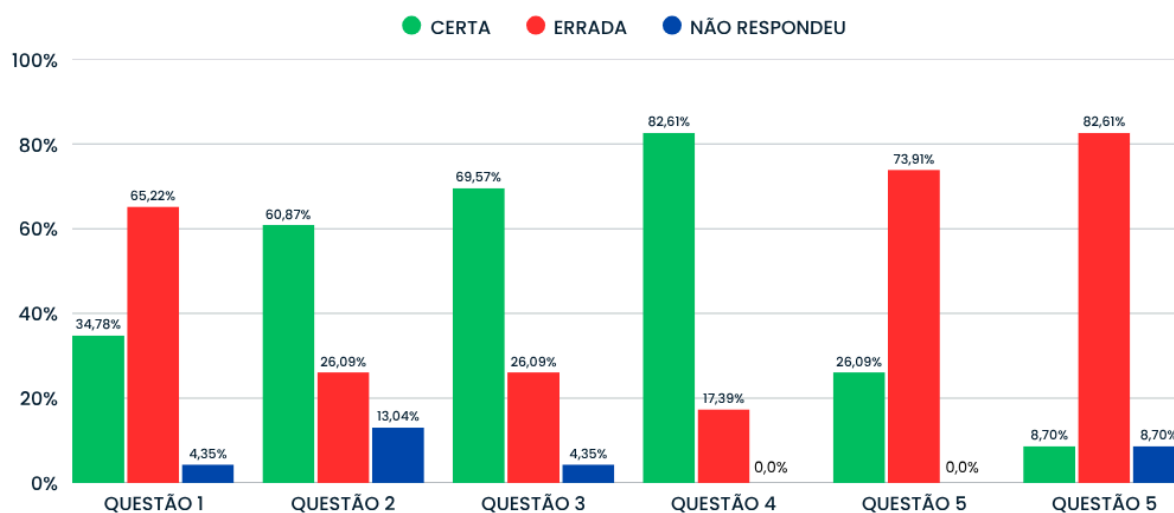
Complementando a análise estatística, o Gráfico 2 apresenta a distribuição individual das notas em relação à média e à mediana da turma. Observa-se que a maior parte das pontuações encontra-se próxima desses valores centrais, reforçando que o desempenho inicial foi predominantemente baixo. Embora alguns estudantes tenham obtido resultados superiores, esses casos foram pontuais e insuficientes para alterar o comportamento geral da distribuição.

No que se refere ao desvio padrão, o valor de 1,32 indica uma dispersão relativamente baixa das notas em torno da média. Em outras palavras, os resultados apresentaram pouca variação entre os estudantes, caracterizando uma turma relativamente homogênea quanto ao desempenho inicial. Entretanto, essa homogeneidade ocorreu em torno de um nível de desempenho reduzido, evidenciando que as dificuldades eram compartilhadas pela maior parte dos participantes.

Além da análise geral das notas e dos indicadores estatísticos, torna-se importante examinar o desempenho dos estudantes em cada uma das questões avaliadas. Essa análise permite identificar quais habilidades já estavam parcialmente

consolidadas antes da intervenção e quais conteúdos demandavam maior atenção no planejamento da sequência didática.

Gráfico 3 - Percentual de respostas certas, erradas e não respondidas por questão no pré-teste.



Fonte: Elaboração própria (2026)

Conforme apresentado no Gráfico 3, o desempenho dos estudantes variou entre as questões avaliadas. Os maiores índices de acerto concentraram-se nas Questões 2, 3 e 4, sugerindo que os conteúdos abordados nesses itens já eram parcialmente dominados por uma parcela da turma. Em especial, a Questão 4 destacou-se por apresentar um percentual de acertos superior a 80%, indicando maior familiaridade dos estudantes com a habilidade avaliada.

Em contrapartida, as Questões 1, 5 e 6 apresentaram os menores índices de respostas corretas, acompanhados por elevadas taxas de erros. Destaca-se a Questão 6, na qual mais de 80% dos estudantes responderam incorretamente, indicando que esse era o conteúdo de maior dificuldade. Também foram observadas respostas em branco, principalmente nas Questões 2 e 6, o que pode indicar dificuldades na interpretação e resolução dos problemas propostos.

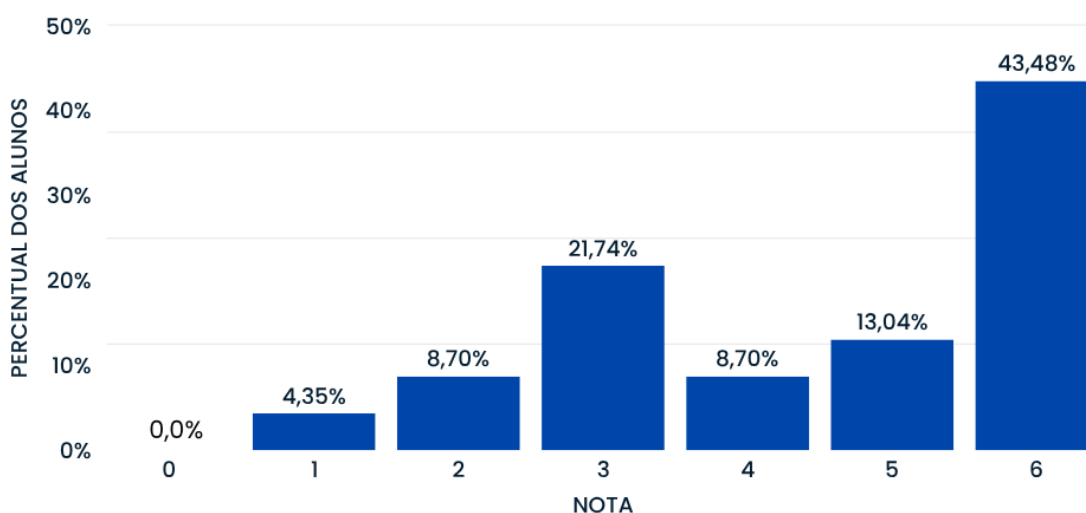
De modo geral, os resultados demonstram que, antes da implementação da sequência didática, os estudantes apresentavam domínio parcial de alguns conceitos de Geometria Espacial, mas ainda possuíam lacunas importantes em conteúdos fundamentais. Essas dificuldades justificaram a realização da intervenção

pedagógica e estabeleceram um parâmetro para a comparação com os resultados obtidos no pós-teste, apresentada na seção seguinte.

3.2 DESEMPENHO DOS ESTUDANTES NO PÓS-TESTE

Os resultados do pós-teste mostram que os alunos melhoraram seu desempenho após a implementação da sequência didática. De modo geral, observa-se uma concentração das notas nas faixas mais elevadas da escala de avaliação, o que sugere uma melhoria na compreensão dos conteúdos abordados.

Gráfico 4 – Distribuição das notas obtidas no pós-teste.



Fonte: Elaboração própria (2026)

Como mostrado no Gráfico 4, a distribuição das notas indica que a maioria dos alunos atingiu os níveis mais elevados de desempenho, com predominância da nota máxima da avaliação. Ademais, nota-se que não há notas iguais a zero, o que contrasta com os resultados do pré-teste e demonstra uma melhoria no desempenho da turma. Nesse contexto, a distribuição das notas indica que a intervenção pedagógica teve um papel positivo no aprimoramento das habilidades matemáticas dos participantes.

Tabela 2 – Estatísticas descritivas do desempenho dos estudantes no pós-teste.

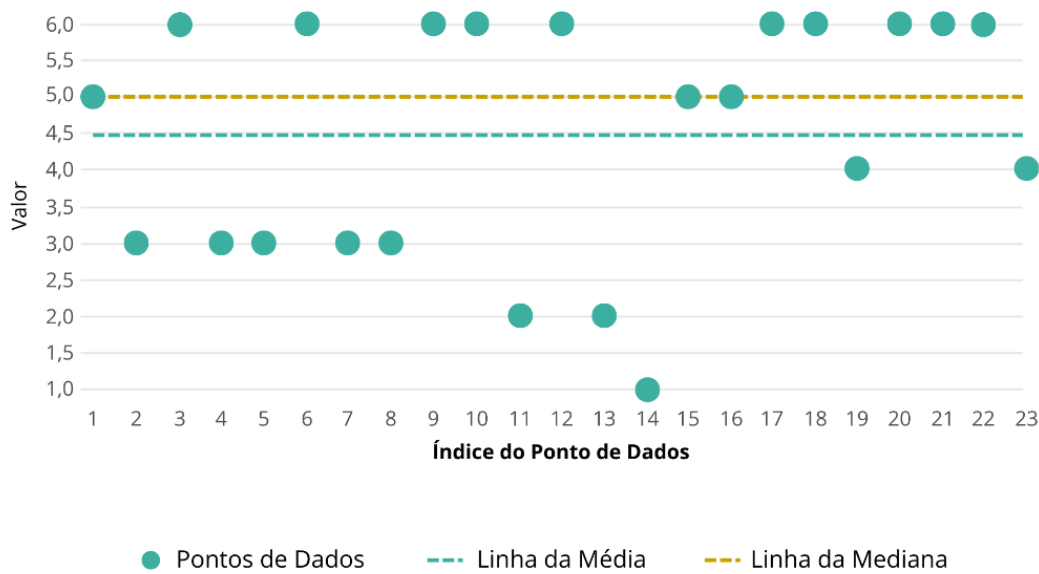
NÚMERO DE PARTICIPANTE	MÉDIA	MODA	MEDIANA	DESVIO PADRÃO	MÍNIMO	MÁXIMO
------------------------	-------	------	---------	---------------	--------	--------

S						
23	4,48	6	5	1,64	1	6

Fonte: Elaboração própria (2026)

Corroborando essa interpretação, as estatísticas descritivas apresentadas na Tabela 2 mostram que a média das notas foi de 4,48, enquanto a mediana correspondeu a 5, indicando que pelo menos metade dos estudantes obteve desempenho igual ou superior a esse valor. Da mesma forma, a moda igual a 6 demonstra que a nota máxima foi a mais frequente entre os participantes. Por sua vez, o desempenho variou entre 1 e 6, revelando que, embora ainda existam diferenças individuais, os resultados concentraram-se em níveis mais elevados quando comparados ao pré-teste.

Gráfico 5 – Distribuição de dados em relação à média e à mediana do pós-teste.



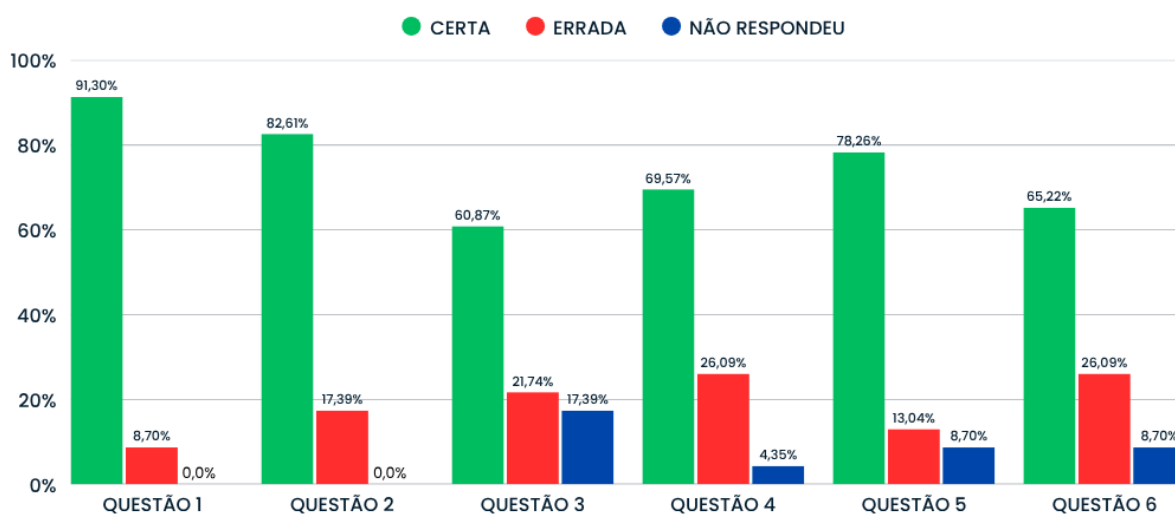
Fonte: Elaboração própria (2026)

Complementando a análise, o Gráfico 5 apresenta a distribuição individual das notas em relação à média e à mediana da turma. Observa-se que grande parte dos estudantes encontra-se próxima ou acima da média, indicando que o avanço no desempenho não se restringiu a poucos participantes. Além disso, a pequena diferença entre a média (4,48) e a mediana (5) sugere uma distribuição relativamente equilibrada das notas.

No que se refere ao desvio padrão, o valor de 1,64 indica uma dispersão moderada das notas em torno da média. Isso demonstra que, apesar de algumas diferenças de desempenho entre os estudantes, os resultados permaneceram relativamente concentrados, indicando que os ganhos de aprendizagem ocorreram de forma homogênea.

Além da análise geral das notas e dos indicadores estatísticos, é importante examinar o desempenho dos estudantes em cada uma das questões avaliadas. Essa análise permite identificar quais habilidades foram mais bem consolidadas após a intervenção e quais conteúdos ainda apresentaram maiores dificuldades.

Gráfico 6 – Percentual de respostas certas, erradas e não respondidas por questão do pós-teste.



Fonte: Elaboração própria (2026)

Conforme apresentado no Gráfico 6, todas as questões registraram predominância de respostas corretas, evidenciando que a maioria dos estudantes assimilou satisfatoriamente os conteúdos trabalhados durante a oficina. Os maiores índices de acerto concentraram-se nas Questões 1, 2 e 5, indicando elevado domínio das habilidades avaliadas nesses itens.

As Questões 4 e 6 também apresentaram desempenho satisfatório, mantendo predominância de respostas corretas, embora ainda tenham sido observados alguns erros, indicando que parte dos estudantes permaneceu com dificuldades pontuais nesses conteúdos. Em contrapartida, a Questão 3 apresentou o menor índice de acertos e a maior ocorrência de respostas em branco, sugerindo que esse item

exigia maior capacidade de interpretação ou envolvia conceitos que ainda não haviam sido plenamente consolidados por alguns participantes.

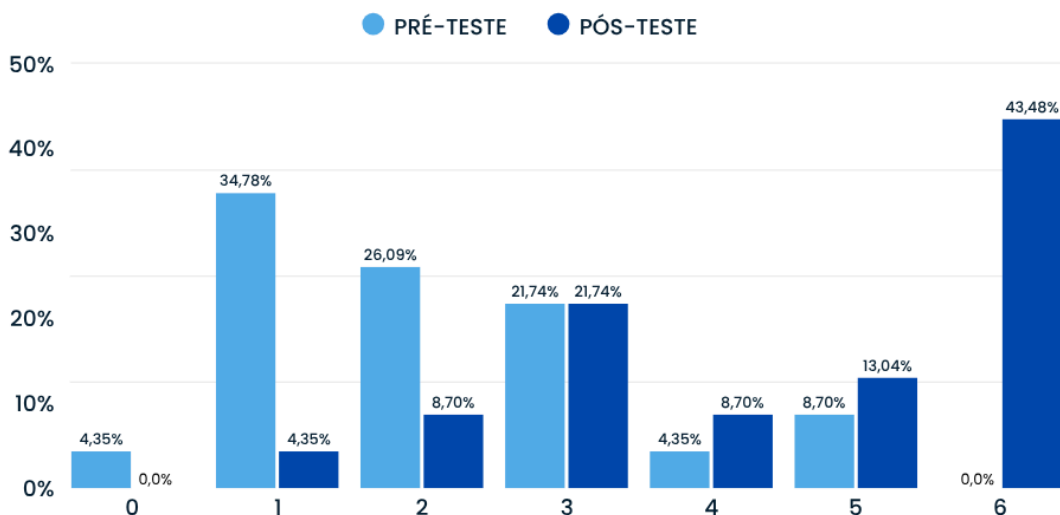
De modo geral, observa-se que as respostas corretas superaram significativamente as incorretas e as não respondidas em todas as questões, demonstrando que os avanços observados nas notas também se refletem no desempenho individual dos itens avaliativos. Embora alguns conteúdos ainda apresentem margem para aperfeiçoamento, os resultados evidenciam uma evolução consistente da aprendizagem após a intervenção pedagógica.

Em síntese, tanto a distribuição das notas quanto os indicadores estatísticos e o desempenho por questão apontam para uma melhora expressiva da turma no pós-teste. Esses resultados reforçam a efetividade da sequência didática desenvolvida e fornecem evidências de que a utilização do aplicativo Sólidos RA contribuiu para a aprendizagem dos conceitos de Geometria Espacial. Essa evolução torna-se ainda mais evidente quando os resultados do pré-teste e do pós-teste são analisados de forma comparativa, conforme apresentado na seção seguinte.

3.3 COMPARAÇÃO DO PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE

Após a análise individual dos resultados obtidos no pré-teste e no pós-teste, torna-se pertinente comparar os desempenhos dos estudantes nos dois momentos da pesquisa. Essa comparação permite identificar as mudanças ocorridas após a aplicação da sequência didática, evidenciando possíveis avanços na aprendizagem da Geometria Espacial.

Gráfico 7 – Comparação da distribuição das notas obtidas no pré-teste e no pós-teste.



Fonte: Elaboração própria (2026)

Conforme apresentado no Gráfico 7, observa-se uma mudança expressiva na distribuição das notas entre as duas avaliações. Enquanto, no pré-teste, houve predominância de estudantes concentrados nas menores notas, no pós-teste verifica-se um deslocamento dessa distribuição para as notas mais altas. Além disso, nota-se a redução da frequência de notas baixas e o aumento da quantidade de estudantes que alcançaram os maiores níveis de desempenho, especialmente a nota máxima da avaliação. Por outro lado, as notas iguais a zero, presentes no pré-teste, deixaram de ocorrer no pós-teste, indicando uma melhora geral no desempenho da turma.

Tabela 3 – Comparação das estatísticas descritivas do pré-teste e do pós-teste.

ESTATÍSTICA	PRÉ-TESTE	PÓS-TESTE	DIFERENÇA
NÚMERO DE PARTICIPANTES	23	23	0
MÉDIA	2,13	4,48	+2,35
MODA	1	6	1 → 6
MEDIANA	2	5	+3
DESVIO PADRÃO	1,32	1,64	+0,32
MÍNIMO	0	1	0 → 1
MÁXIMO	5	6	5 → 6

Fonte: Elaboração própria (2026)

Os resultados apresentados na Tabela 3 evidenciam uma melhora expressiva no desempenho dos estudantes entre o pré-teste e o pós-teste. Inicialmente, observa-se que a média das notas aumentou de 2,13 para 4,48, indicando um avanço significativo no desempenho geral da turma. Da mesma forma, a mediana passou de 2 para 5, demonstrando que a maior parte dos estudantes alcançou níveis mais elevados de aprendizagem após a intervenção.

Além disso, a moda evoluiu de 1 para 6, revelando que a nota mais frequente deixou de representar um desempenho baixo e passou a corresponder à nota máxima da avaliação. Por sua vez, o desvio padrão apresentou um pequeno aumento, passando de 1,32 para 1,64. Esse resultado indica uma leve ampliação da variabilidade das notas, o que pode ser explicado pelos diferentes ritmos de aprendizagem dos estudantes. Entretanto, essa dispersão não compromete a tendência geral observada, uma vez que os indicadores de tendência central apontam para uma evolução consistente do desempenho da turma.

A comparação entre os indicadores estatísticos evidencia não apenas um aumento das notas, mas também uma mudança no perfil de desempenho dos estudantes. Antes da intervenção, a maior parte da turma apresentava dificuldades na resolução das questões propostas, refletidas na concentração das notas em níveis mais baixos. Após a aplicação da sequência didática, observa-se uma distribuição mais favorável dos resultados, indicando que um número maior de estudantes passou a demonstrar domínio dos conhecimentos avaliados.

Esses achados sugerem que a intervenção pedagógica contribuiu para reduzir parte das lacunas conceituais identificadas no diagnóstico inicial.

Em conjunto, os resultados do Gráfico 7 e da Tabela 3 evidenciam um deslocamento da distribuição das notas para níveis mais elevados de desempenho, indicando que a sequência didática, desenvolvida com o apoio do aplicativo Sólidos RA, contribuiu positivamente para a aprendizagem dos conceitos de Geometria Espacial. O aumento das medidas de tendência central, aliado à redução das notas mais baixas e ao crescimento da frequência das notas mais elevadas, fornece evidências de que a intervenção favoreceu a construção dos conhecimentos avaliados.

3.4 ANÁLISE QUALITATIVA DA UTILIZAÇÃO DO SÓLIDOS RA

A observação participante possibilitou a compreensão de aspectos ligados ao comportamento dos alunos durante a oficina, além dos resultados quantitativos obtidos por meio do pré-teste e do pós-teste. Durante as atividades, observou-se que o uso do aplicativo Sólidos RA despertou o interesse dos estudantes e incentivou sua participação, contribuindo para um ambiente de aprendizado mais dinâmico. Ao contrário das aulas expositivas tradicionais, a interação oferecida pela realidade aumentada despertou a curiosidade dos participantes e incentivou a exploração dos sólidos geométricos de forma mais independente.

Durante a oficina, observou-se que os estudantes manipulavam os modelos tridimensionais livremente, alterando perspectivas, aproximando e afastando os objetos, além de discutir entre si as características geométricas visualizadas na tela dos dispositivos móveis. Essa interação favoreceu a compreensão de elementos como faces, vértices, arestas e formatos dos sólidos, reduzindo dificuldades frequentemente encontradas quando esses conteúdos são apresentados apenas por meio de representações bidimensionais.

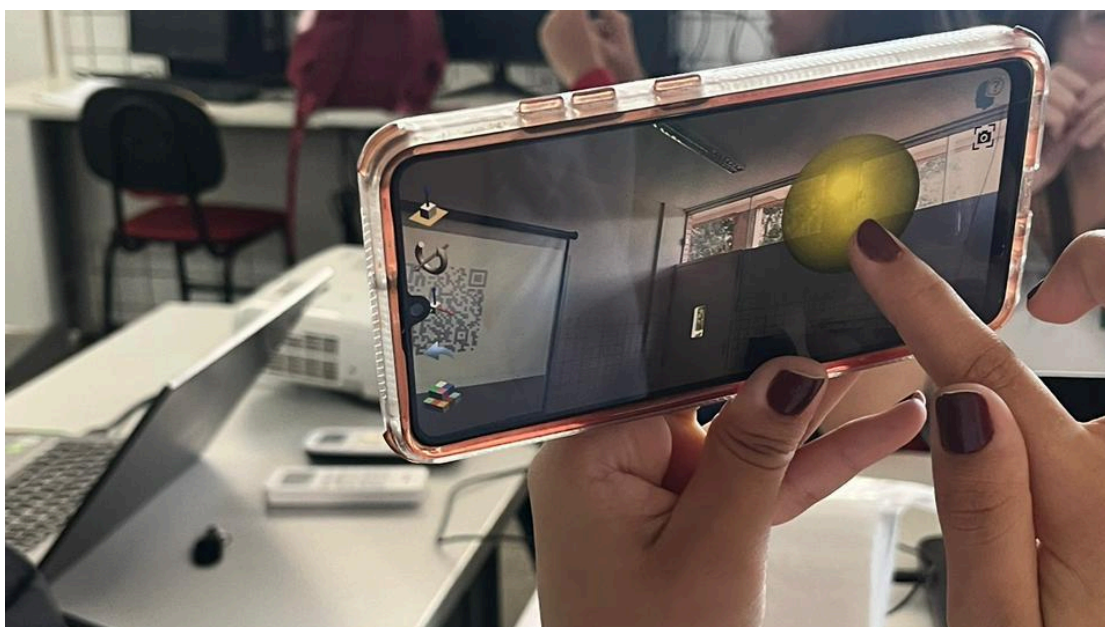
Outro aspecto observado refere-se ao engajamento dos estudantes durante toda a atividade. A possibilidade de visualizar e manipular os sólidos em realidade aumentada despertou maior motivação para a realização das tarefas propostas, tornando os alunos mais participativos e envolvidos no processo de aprendizagem. A oficina proporcionou uma experiência em que os estudantes deixaram de assumir uma postura predominantemente passiva, passando a explorar os objetos virtuais, formular hipóteses, realizar observações e estabelecer relações entre os conceitos teóricos e suas representações tridimensionais. Essas evidências qualitativas corroboram os resultados quantitativos apresentados anteriormente, indicando que o uso do aplicativo Sólidos RA contribuiu para tornar o processo de ensino e aprendizagem da Geometria Espacial mais significativo.

Figura 6 – Estudantes utilizando o aplicativo Sólidos RA durante a oficina.



Fonte: Elaboração própria (2026)

Figura 7 – Interação dos estudantes com os modelos tridimensionais em realidade aumentada durante a oficina.



Fonte: Elaboração própria (2026)

As Figuras 6 e 7 ilustram momentos da realização da oficina, nos quais os estudantes utilizam dispositivos móveis para visualizar e manipular modelos tridimensionais por meio do aplicativo Sólidos RA. Observa-se que a interação ocorre de forma direta, permitindo a exploração dos sólidos em diferentes perspectivas e favorecendo a participação ativa dos alunos durante as atividades.

Esses registros reforçam as evidências obtidas por meio da observação participante, demonstrando que a utilização da realidade aumentada proporcionou um ambiente de aprendizagem mais interativo, colaborativo e alinhado às necessidades de compreensão espacial exigidas pelo conteúdo de Geometria Espacial.

Além de observar as atividades realizadas durante a oficina, procurou-se entender a percepção dos alunos em relação ao uso do aplicativo Sólidos RA. Para isso, ao término da intervenção, foi aplicado um questionário semiestruturado, permitindo que os participantes compartilhassem suas opiniões sobre a experiência.

A Tabela 4 exibe alguns dos relatos obtidos, escolhidos por refletirem percepções comuns entre os alunos.

Tabela 4 – Relatos dos estudantes sobre a oficina com o aplicativo Sólidos RA.

ALUNO	FALA
A01	A interação e a forma diferenciada de apresentar sólidos geométricos ficou legal <i>pra</i> entender.
A02	As aulas práticas com o aplicativo RA foram divertidas e ajudaram a fixar o <i>conteúdo</i> .

Fonte: Elaboração própria (2026).

Os relatos apresentados demonstram que os alunos identificaram o Sólidos RA como uma ferramenta capaz de tornar as aulas mais dinâmicas e facilitar a compreensão dos conceitos de Geometria Espacial. O participante A01 relata que a interação com os sólidos e a apresentação diferenciada dos conteúdos facilitaram a compreensão dos conceitos discutidos. Esse resultado destaca o potencial da realidade aumentada como um recurso educacional, pois expande as oportunidades de visualização e exploração de objetos tridimensionais, o que contribui para a construção do conhecimento de forma mais concreta e significativa.

De maneira semelhante, o participante A02 destacou que as atividades práticas realizadas com o aplicativo foram agradáveis e ajudaram a consolidar o conteúdo estudado. Esse relato mostra que a integração de recursos tecnológicos ao processo de ensino pode elevar o interesse e a participação dos alunos nas atividades propostas, incentivando um envolvimento mais ativo durante as aulas. Os

depoimentos apresentados, juntamente com as evidências coletadas por meio da observação participante e dos resultados quantitativos, indicam que a oficina mediada pelo Sólidos RA ofereceu uma experiência didática mais interativa, melhorou a compreensão dos conteúdos de Geometria Espacial e reforçou o processo de ensino-aprendizagem.

Em síntese, os resultados quantitativos e qualitativos desta pesquisa convergem ao indicar que a utilização do aplicativo Sólidos RA, associada à sequência didática desenvolvida, favoreceu a aprendizagem dos conceitos de Geometria Espacial. Embora os testes tenham mostrado melhorias no desempenho acadêmico dos alunos, a observação participante e os depoimentos indicaram um maior interesse, envolvimento e facilidade na assimilação dos conteúdos durante a oficina. Esses resultados possibilitam a resposta à pergunta central do estudo e oferecem suporte para as conclusões finais expostas a seguir.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados desta pesquisa indicam que o uso do aplicativo Sólidos RA teve um impacto positivo no ensino e aprendizado da Geometria Espacial entre os alunos da 3ª série do Ensino Médio do Instituto Federal do Piauí – Campus Floriano. A proposta elaborada permitiu uma abordagem mais dinâmica e interativa dos conteúdos, facilitando a visualização tridimensional dos sólidos geométricos e contribuindo para a compreensão de conceitos que, frequentemente, são abordados de maneira abstrata em aulas tradicionais.

A análise comparativa entre os resultados do pré-teste e do pós-teste revelou uma melhoria considerável no rendimento dos alunos após a intervenção pedagógica. A média da turma aumentou de 2,13 para 4,48, e a mediana subiu de 2 para 5, indicando que a maioria dos participantes obteve resultados superiores após a oficina. Ademais, a moda aumentou de 1 para 6, o que indica que a nota mais comum no pós-teste foi a pontuação máxima. Isso reforça a ideia de que a sequência didática contribuiu para a aprendizagem dos conteúdos avaliados.

A análise qualitativa também corroborou os efeitos benéficos da intervenção, pois, ao longo da oficina, foi possível notar um maior interesse, envolvimento e engajamento dos alunos. A utilização da realidade aumentada possibilitou que os estudantes manipulassem os sólidos geométricos, analisassem suas propriedades

sob diferentes perspectivas e discutissem entre si os elementos visualizados, como faces, vértices, arestas e formatos. Assim, o aplicativo promoveu um aprendizado mais ativo, colaborativo e alinhado às experiências digitais dos alunos.

Portanto, é possível concluir que o Sólidos RA é um recurso pedagógico importante para o ensino de Geometria Espacial, uma vez que amplia as oportunidades de visualização, interação e entendimento dos conceitos matemáticos. Apesar de a pesquisa ter sido conduzida em um contexto particular, os achados sugerem que a incorporação de tecnologias digitais, quando estrategicamente planejada, pode ajudar a superar obstáculos de aprendizagem e tornar o ensino da Matemática mais relevante. Portanto, é aconselhável que novas práticas com recursos tecnológicos sejam promovidas no ambiente escolar, em conjunto com a formação dos professores e metodologias que deem destaque ao protagonismo dos alunos.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, Lucas Luppi; FREITAS, Rony Cláudio de Oliveira. Contribuições do aplicativo Sólidos RA para o desenvolvimento da visualização geométrica na perspectiva da realidade aumentada. *Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica*, [S. l.], v. 13, n. 1, 2023. DOI: 10.36524/dect.v13i1.2073. Disponível em: <https://ojs.ifes.edu.br/index.php/dect/article/view/2073>. Acesso em: 4 dez. 2025.
- BORSOI, Caroline. **GeoGebra 3D no Ensino Médio**: uma possibilidade para a aprendizagem da geometria espacial. 2016. 159 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) – Instituto de Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/148179>. Acesso em: 18 out. 2024.
- BRANDALISE, Bruna; MIDDING, Ceres; SANTOS, Maria Priscila Miranda dos. Desafios e contribuições da tecnologia na educação: Impactos no ensino e aprendizagem. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, [S. l.], v. 11, n. 2, p. 1598–1604, 2025. DOI: 10.51891/rease.v11i2.18091. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/18091>. Acesso em: 24 dez. 2025.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/a-base>. Acesso em: 24 dez. 2025.
- CAMPOS, Juliana Loureiro de Almeida; SILVA, Taline Cristina; ALBUQUERQUE, Ulysses Paulino de. Observação participante e diário de campo: quando utilizar e como analisar?. In: *Métodos de pesquisa qualitativa para etnoniologia*. Recife:

Nupee, 2021. p. 95-112. Disponível em:
<https://www.researchgate.net/publication/351492815>. Acesso em: 21 out. 2024.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. Métodos de pesquisa. [S.l.]: Plageder, 2009.

GONÇALVES, Claudia Gomes. A observação participante. In: AMARAL, Carlos Federico Domínguez; ARÉVALO, Avila Amaral (Org.). *Métodos y técnicas de investigación en contextos de alta vulnerabilidad político-social: Validez, confiabilidad, y pertinencia (vol. I)*. 1. ed. [S.l.: s.n.], 2023. p. 111. Disponível em:
https://www.academia.edu/download/113307159/Metodos_tecnicas_I_Libro_publicado.pdf#page=112. Acesso em: 21 out. 2024.

MAZZARO, Paola; SCHIMIGUEL, Juliano; COSTA, Ronaldo Silva; OLIVEIRA, Keli Patrícia de; SANTOS, Márcio Eugen Klingenschmid Lopes dos; JUNGER, Alex Paubel. Realidade aumentada: aplicativos para aprendizagem de geometria espacial. *Revista Paidéi@-Revista Científica de Educação a Distância*, Santos, v. 16, n. 29, p. 106-120, 2024. Disponível em:
<https://periodicos.unimesvirtual.com.br/index.php/paideia/article/view/1500>. Acesso em: 4 dez. 2025.

MENDES, Carolyne Oliveira; MIRANDA, Mariellen Simões de Carvalho; OLIVEIRA NETO, Neyvaldino Fernandes de; MOURA, Victor Hugo Fonseca; OLIVEIRA, Gildon César de; MELO, André Luiz Ferreira de Carvalho. O uso do App Geogebra no ensino de Funções Afins, um estudo com alunos do 1º ano do Ensino Médio. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, [S. l.], v. 10, n. 4, p. 1282–1291, 2024. DOI: 10.51891/rease.v10i4.13547. Disponível em:
<https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/13547>. Acesso em: 9 jan. 2026.

MINEIRO, Márcia; SILVA, Mara A. Alves da; FERREIRA, Lúcia Gracia. Pesquisa qualitativa e quantitativa: imbricação de múltiplos e complexos fatores das abordagens investigativas. *Momento-Diálogos em Educação*, Rio Grande, v. 31, n. 03, p. 201-218, 2022. Disponível em:
<https://periodicos.furg.br/momento/article/view/14538>. Acesso em: 21 Out. 2024.

NÓBREGA, Wilma da. Dificuldades de aprendizagem no ensino da matemática e o uso das novas tecnologias. 2014. 93 f. *Monografia* (Especialização em Fundamentos da Educação: Práticas Pedagógicas Interdisciplinares) – Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas, Universidade Estadual da Paraíba, Patos, 2014. Disponível em:
<https://share.google/schRcrOA1YY0GBtiy>. Acesso em: 17 out. 2024.

PACHECO, Marina Buzin; ANDREIS, Greice da Silva Lorenzzetti. Causas das dificuldades de aprendizagem em Matemática: percepção de professores e estudantes do 3º ano do Ensino Médio. *Principia: Caminhos da Iniciação Científica*, João Pessoa, v. 38, p. 105-119, 2018. Disponível em:
<https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/1612>. Acesso em: 17 out. 2024.

SÁTYRO, Natália Guimarães Duarte; D'ALBUQUERQUE, Raquel Wanderley. O que é um Estudo de Caso e quais as suas potencialidades. *Sociedade e Cultura*,

Goiânia, v. 23, 2020. DOI: 10.5216/sec.v23i.55631. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/fcs/article/view/55631>. Acesso em: 20 out. 2024.

SILVA, Gilberlania Pereira Santos. O uso de softwares para o ensino de Geometria: uma revisão sistemática de literatura. Orientador: Edilene Rocha Guimarães. 2019. 31 f. *Trabalho de Conclusão de Curso* (Graduação em Matemática) – Universidade Federal de Sergipe, Itabaiana, 2019. Disponível em: <https://ri.ufs.br/handle/riufs/11064>. Acesso em: 5 dez. 2025.

VASCONCELOS, Carlos Alberto; SANTOS, Josiane Cordeiro de Sousa. Contribuições das Tecnologias da Informação e Comunicação à prática dos professores de Matemática. *Com a Palavra, o Professor*, Vitória da Conquista, v. 6, n. 16, p. 205–228, 2021. DOI: 10.23864/cpp.v6i16.575. Disponível em: <http://revista.geem.mat.br/index.php/CPP/article/view/575>. Acesso em: 18 out. 2024.

VILELA, Nildete Martins Resende; PEREIRA, Stelamara Souza. Os Desafios dos pedagogos quanto ao Ensino/Aprendizagem da Matemática. In: ENCONTRO GOIANO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 7., 2019, Jataí. *Anais [do] 7º Encontro Goiano de Educação Matemática – VII EnGEM*. Jataí: SBEM-GO, 2019. p. 114-125. Disponível em: <https://anais.sbem-go.com.br/index.php/EnGEM/article/view/114>. Acesso em: 5 dez. 2025.

WOLFFENBÜTTEL, Cristina Rolim. Pesquisa qualitativa e quantitativa: compreendendo as abordagens e construindo possíveis combinações. In: *Conhecimento e divulgação científica: Investigação e transformação para popularização da ciência, Volume 1*. [S.l.]: Editora Publicar, 2023. Disponível em: <https://editorapublicar.com.br/ojs/index.php/publicacoes/article/view/165>. Acesso em: 19 out. 2024.