

REALIDADE AUMENTADA COMO TECNOLOGIA EDUCACIONAL NO ENSINO DE GEOMETRIA ESPACIAL

Recebido em: 22/12/2025

Aceito em: 10/07/2026

DOI: 10.25110/educere.v26i1.2026-12570



Fábio Júnior de Sousa Oliveira ¹
Iury Thiago Dias Botelho ²
Welberth Santos Ferreira ³

RESUMO: Este trabalho analisa o uso da Realidade Aumentada (RA) no ensino de Geometria Espacial para alunos com baixa visão, considerando-a como tecnologia assistiva, pois a RA facilita a visualização e manipulação de sólidos geométricos, promovendo maior acessibilidade e aprendizagem significativa. O estudo alinhado à BNCC, faz com que a ferramenta potencialize habilidades espaciais e pode favorecer a inclusão escolar. Contudo, sua adoção como qualquer outra ferramenta enfrenta desafios como a falta de formação docente e infraestrutura. Porém, conclui-se que a RA tem grande potencial pedagógico, desde que integrada com planejamento e suporte adequado, favorecendo novas práticas pedagógicas e facilitando a aprendizagem dos alunos.

PALAVRAS-CHAVE: Educação inclusiva; Geometria espacial; Realidade aumentada.

AUGMENTED REALITY AS AN EDUCATIONAL TECHNOLOGY IN TEACHING SPATIAL GEOMETRY

ABSTRACT: This work analyzes the use of Augmented Reality (AR) in teaching Spatial Geometry to students with low vision, considering it as assistive technology, since AR facilitates the visualization and manipulation of geometric solids, promoting greater accessibility and meaningful learning. The study, aligned with the BNCC (Brazilian Common Core Curriculum), shows that the tool enhances spatial skills and can support school inclusion. However, like any other tool, its adoption faces challenges such as lack of teacher training and infrastructure. Nonetheless, it is concluded that AR has great pedagogical potential, provided it is integrated with proper planning and support, fostering new teaching practices and facilitating student learning.

KEYWORDS: Augmented reality; Inclusive education; Spatial geometry.

¹ Mestre em Educação Inclusiva. Secretaria Municipal de Educação de Fortaleza.

E-mail: fabiojunioramat@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-0220-3301>

² Mestrando em Processos e Tecnologias Educacionais - ProfEducatéc. Universidade Estadual do Maranhão.

E-mail: iurybote@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-0486-0968>

³ Doutor em Física pela Universidade do Porto. Universidade Estadual do Maranhão.

E-mail: welberthsf@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7141-9501>

REALIDAD AUMENTADA COMO TECNOLOGÍA EDUCATIVA EN LA ENSEÑANZA DE LA GEOMETRÍA ESPACIAL

RESUMEN: Este trabajo analiza el uso de la Realidad Aumentada (RA) en la enseñanza de la Geometría Espacial para estudiantes con baja visión, considerándola como una tecnología asistiva, ya que la RA facilita la visualización y manipulación de sólidos geométricos, promoviendo una mayor accesibilidad y un aprendizaje significativo. El estudio, alineado con la BNCC, permite que la herramienta potencie las habilidades espaciales y favorezca la inclusión escolar. No obstante, su adopción, como la de cualquier otra herramienta, enfrenta desafíos como la falta de formación docente y de infraestructura. Sin embargo, se concluye que la RA tiene un gran potencial pedagógico, siempre que se integre con una planificación adecuada y con el soporte necesario, favoreciendo nuevas prácticas pedagógicas y facilitando el aprendizaje de los estudiantes.

PALABRAS CLAVE: Educación inclusiva; Geometría espacial; Realidad aumentada.

1. INTRODUÇÃO

A incorporação de tecnologias digitais no campo educacional tem sido tema de crescente interesse entre pesquisadores e educadores, sobretudo no que tange à Realidade Aumentada (RA). Considerada uma das tecnologias emergentes mais promissoras, a RA permite a sobreposição de objetos virtuais em ambientes reais, promovendo experiências imersivas e interativas que ampliam as possibilidades de ensino e aprendizagem permitindo um ensino mais lúdico e eficaz (Cavalcante *et al.*, 2024). Segundo Landau, Cunha e Haguenaue (2014, p. 21) a RA “é uma tecnologia que acrescenta objetos virtuais, gerados por meio de computador, ao ambiente real, possibilitando a coexistência de objetos reais e virtuais em um mundo real”.

No contexto educacional, a realidade aumentada vem se destacando por sua capacidade de tornar os conteúdos mais acessíveis, compreensíveis e envolventes, especialmente em áreas que exigem visualização espacial ou abstração conceitual, como a Matemática (Caldeira *et al.*, 2024). Com essa definição evidencia a ampla aplicabilidade da RA em diversas disciplinas, principalmente em assuntos do ensino fundamental como o estudo de sólidos geométricos, pois exige habilidades cognitivas relacionadas à visualização espacial e à manipulação tridimensional dos objetos, o que pode ser um desafio para muitos estudantes, especialmente quando o ensino é conduzido apenas com representações bidimensionais no quadro ou em livros. Assim, com essa tecnologia proporciona uma experiência interativa, permitindo que os alunos interajam diretamente com as projeções analisadas, enriquecendo o processo de aprendizagem.

Aponta-se que, tradicionalmente na sala de aula do ensino fundamental, o professor de Matemática utiliza principalmente o pincel e o quadro branco para ilustrar e explicar conceitos de Geometria Espacial, conforme ilustrado na Figura 1. No entanto, essa abordagem apresenta desafios significativos, pois a tentativa de representar esses objetos de forma bidimensional pode levar à perda de informações essenciais, dificultando a compreensão das características das figuras geométricas pelos alunos já que esse tipo de conteúdo exige alto grau de abstração, o que pode gerar desconforto e insegurança nos alunos quanto às representações adotadas além de demonstrar uma imagem negativa em relação à matéria de matemática para o resto da sua vida.

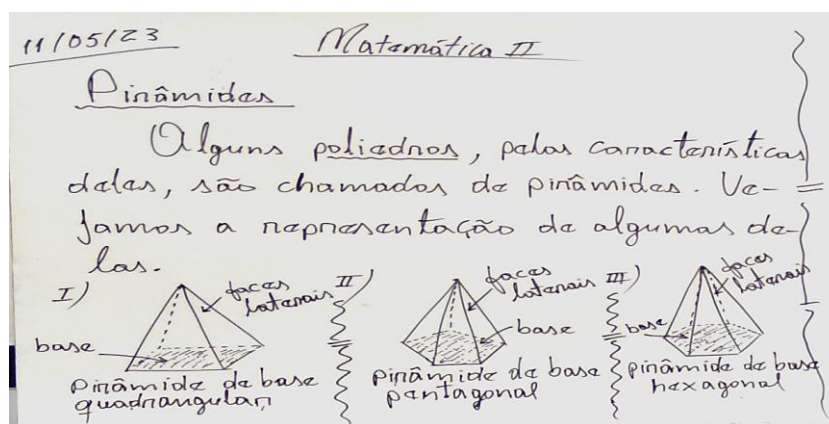


Figura 1: Registro de uma aula sobre pirâmides, de modo tradicional.

Fonte: Autores, 2025.

A Geometria Espacial é uma das diversas abordagens dentro do campo da Geometria, que, conforme a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018), envolve o estudo de um conjunto amplo de conceitos e procedimentos essenciais para resolver problemas tanto do mundo físico quanto de diferentes áreas do conhecimento. No que se refere ao ensino de geometria no Ensino Fundamental, tanto nos anos iniciais quanto nos finais, a BNCC (Brasil, 2018) destaca que:

Nos Anos Iniciais, espera-se que os alunos identifiquem e estabeleçam pontos de referência para a localização e o deslocamento de objetos, construam representações de espaços conhecidos e estimem distâncias, usando, como suporte, mapas (em papel, tablets ou smartphones), croquis e outras representações. Já nos Anos Finais, o ensino de Geometria precisa ser visto como consolidação e ampliação das aprendizagens realizadas (Brasil, 2018).

Dessa forma, torna-se essencial entender como devem ser feitas as aulas de geometria para os alunos do ensino fundamental que será tratada na seção a seguir.

Geometria Espacial no ensino fundamental

Em primeiro lugar, no Ensino Fundamental o conteúdo de Geometria Espacial frequentemente representa um desafio tanto para os alunos quanto para os professores, pois no contexto do ensino de Geometria Espacial, Settimy e Bairral (2020) identificam cinco tipos de raciocínios essenciais no estudo da geometria tridimensional, sendo eles: reconhecer e construir planificações; manipular diferentes modos de representação de objetos 3D; estruturar matrizes 3D de cubos; reconhecer as propriedades das formas 3D e comparar as formas 3D e Calcular o volume e a área de sólidos. Destaca-se que o uso da RA facilita significativamente a compreensão desses tipos de raciocínios mencionados anteriormente.

É importante ressaltar que, conforme a BNCC (Brasil, 2018), os alunos devem começar a ter contato com a Geometria Espacial desde os primeiros anos do ensino fundamental. Nesse sentido, para esclarecer a relevância desse trabalho, foram elaboradas as figuras 2 e 3, que contêm as unidades temáticas, os objetos do conhecimento e os descritores e habilidades da BNCC para a unidade temática de geometria. Esses quadros visam sistematizar as abordagens feitas por meio do software educativo de RA, utilizando-o como uma Tecnologia Assistiva (TA).

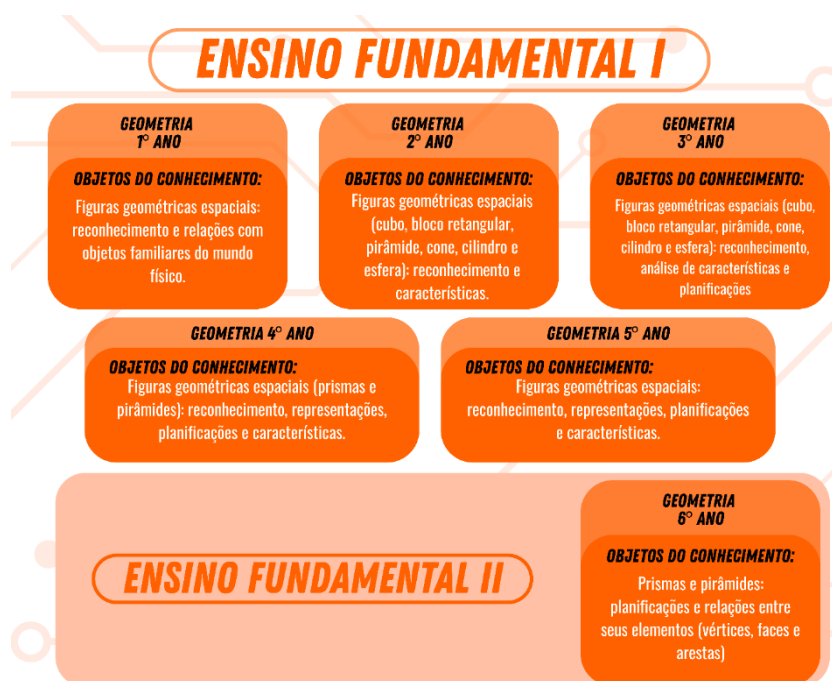


Figura 2: Unidade temática e objetos do conhecimento.

Fonte: Adaptado, BNCC, 2018.

Conforme apresentado, a Figura 2 é uma síntese dos objetos do conhecimento relacionados à Geometria Espacial, conforme estabelecido pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018), desde o 1º ano do Ensino Fundamental até o 6º ano. Essa progressão evidencia que o contato com as figuras espaciais deve ocorrer de forma gradual, respeitando o desenvolvimento cognitivo dos alunos. A partir do reconhecimento de formas tridimensionais em objetos do cotidiano, os estudantes avançam para a identificação de características específicas (como vértices, arestas e faces), representações gráficas e planificações.

Na Figura 3 e 4 é apresentado as habilidades específicas relacionadas ao ensino de Geometria Espacial, juntamente com os respectivos anos do Ensino Fundamental nos quais essas competências devem ser desenvolvidas. O objetivo é estabelecer uma conexão clara entre as habilidades requeridas e o objeto de estudo da pesquisa, permitindo uma compreensão mais aprofundada do aprendizado esperado para os alunos em cada fase do seu desenvolvimento.

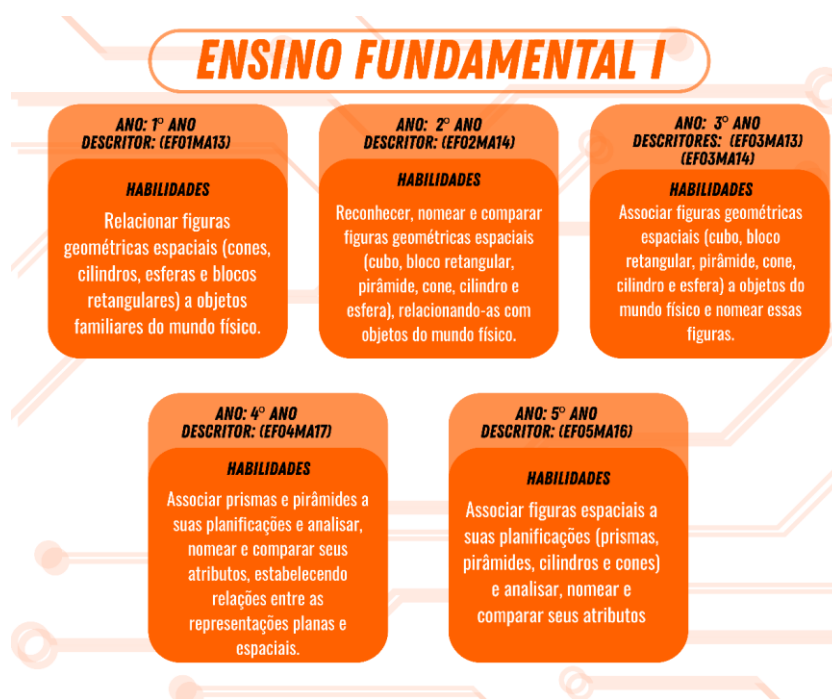


Figura 3: Descritores e habilidades da BNCC/Geometria do ensino fundamental I.
 Fonte: Adaptado, BNCC, 2018.

Complementando essa organização curricular, a Figura 3 e 4 detalham as habilidades específicas que os estudantes devem desenvolver em cada ano escolar, de acordo com os descritores da BNCC. Tais habilidades incluem, por exemplo, a associação entre figuras geométricas espaciais e objetos do mundo físico, o alinhamento dessas

habilidades com os recursos oferecidos pela RA permite ampliar o repertório didático dos professores, oferecendo aos alunos oportunidades de manipular e explorar virtualmente os sólidos geométricos em tempo real, o que pode potencializar a percepção espacial e a aprendizagem significativa.



Figura 4: Descritor e habilidade da BNCC/Geometria do para o 6º ano no ensino fundamental II.

Fonte: Adaptado, BNCC, 2018.

Conforme a BNCC (Brasil, 2018, p. 28), “habilidades estão relacionadas a diferentes objetos de conhecimento – aqui entendidos como conteúdos, conceitos e processos –, que, por sua vez, são organizados em unidades temáticas”.

No vasto campo educacional, é essencial considerar o trabalho pedagógico do professor, elemento crucial no processo de ensino e aprendizagem, além de sua disposição para utilizar a tecnologia em sala de aula visando promover a inclusão. Nesse contexto, Khlaif *et al.* (2023) afirmam que, embora o sucesso ou o fracasso do uso de uma nova tecnologia dependa de se e quanto os professores a usam, os professores muitas vezes lutam com a falta de tempo para implementar essas tecnologias devido à multitarefa já existente.

Krebs, Zucolo, Ghisleni (2019) afirmam que o uso de RA em sala de aula amplia a interatividade e é capaz de gerar engajamento na relação entre professores e alunos, pois direciona o olhar dos estudantes, embora com o uso de periféricos como celulares e tablets. Essa abordagem, ao integrar a tecnologia ao processo de ensino-aprendizagem, torna as aulas mais dinâmicas e envolventes, favorecendo o aprendizado ativo. Ainda, Fialho (2018, p. 115) afirma que, “em geral, qualquer aplicação educacional exige que os aspectos tecnológicos, pedagógicos e psicológicos sejam cuidadosamente investigados antes da sua implementação”.

Dessa forma, a adoção da Realidade Aumentada exige mais do que sua simples integração técnica; ela demanda uma reflexão crítica sobre seus reflexos no bem-estar discente e nas práticas pedagógicas. Somente por meio dessa análise cuidadosa é possível

alinhar o uso da tecnologia aos pressupostos da Aprendizagem Significativa, temática que será explorada a seguir.

Aprendizagem Significativa no Ensino de Geometria Espacial

A aprendizagem da Geometria Espacial constitui um desafio recorrente no ensino da Matemática, impulsionado pelo elevado nível de abstração exigido para a compreensão de sólidos, suas propriedades e relações espaciais. Muitos estudantes apresentam dificuldades reais em transpor as representações bidimensionais dos livros didáticos para os objetos tridimensionais discutidos em sala. Superar essa barreira exige o desenvolvimento de estratégias pedagógicas que não apenas ilustrem, mas que favoreçam ativamente a visualização e a construção de significados.

Sob a ótica da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (2000), o processo de ensino atinge sua eficácia máxima quando novas informações se ancoram aos conhecimentos prévios já consolidados na estrutura cognitiva do estudante. A prática docente, portanto, precisa ser mediada por experiências concretas que permitam essa atribuição de sentido. Enquanto a teoria ausubeliana oferece o alicerce para essa compreensão, pesquisas contemporâneas têm expandido o debate ao inserir as tecnologias digitais como catalisadoras na construção do conhecimento matemático.

Viseu, Rocha e Monteiro (2022), por exemplo, destacam que recursos digitais interativos viabilizam a exploração de múltiplas perspectivas dos objetos, desmistificando conceitos tridimensionais complexos. Essa visão é corroborada por Ferreira *et al.* (2026), que evidenciam o potencial da Realidade Aumentada (RA) na educação. Os autores argumentam que a mescla de conteúdos alinhados ao currículo com modelos 3D interativos promove a compreensão conceitual e a exploração visual de conceitos abstratos. Essa imersão reduz a carga cognitiva associada à interpretação de representações complexas, permitindo que os alunos manipulem e observem objetos virtuais para construir modelos mentais muito mais consistentes.

Mais do que promover o engajamento e a motivação no ensino regular, a literatura aponta que as tecnologias imersivas cumprem um papel fundamental na democratização do acesso ao conhecimento. O uso da RA atua diretamente como um instrumento de inclusão escolar, facilitando a compreensão geométrica para alunos com diferentes perfis de aprendizagem. Ao oferecer modelos manipuláveis e claros, essas ferramentas respondem a uma demanda urgente por ergonomia cognitiva e visual. É exatamente essa

capacidade de adaptação perceptiva que abre caminho para explorarmos o potencial da RA não apenas como um recurso didático amplo, mas como uma tecnologia assistiva indispensável.

RA como Tecnologia Assistiva para Estudantes com Baixa Visão

A necessidade de adaptação dos recursos pedagógicos torna-se inquestionável quando se analisa o impacto direto das condições sensoriais e ergonômicas no desempenho acadêmico. Estudos indicam que alterações visuais, muitas vezes agravadas pelo uso inadequado de tecnologias convencionais e má iluminação, afetam negativamente a capacidade de concentração e o rendimento escolar dos discentes, gerando sintomas frequentes como fadiga ocular e cefaleia. Diante desse cenário, a adoção de materiais didáticos adaptados é considerada essencial para mitigar barreiras de aprendizagem e promover a equidade educacional. É nesse contexto de adaptação que emerge o conceito de Tecnologia Assistiva (TA) que, segundo Bersch (2017), engloba recursos, metodologias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade e a participação de pessoas com deficiência, visando sua autonomia, independência e qualidade de vida.

A eficácia de abordagens pedagógicas centradas no estímulo visual e na interatividade adaptada já é amplamente reconhecida em diversos contextos de educação inclusiva. No ensino bilíngue para alunos surdos, por exemplo, Rocha *et al.* (2025) evidenciam que a utilização de jogos matemáticos atua como um poderoso instrumento de inclusão. Como esses estudantes constroem suas experiências de aprendizagem fundamentalmente por meio de percepções visuais, recursos lúdicos e imagéticos facilitam a apropriação de conceitos matemáticos complexos e fortalecem a autonomia do educando.

É exatamente nesse ponto de intersecção que a Realidade Aumentada (RA) transcende sua função de recurso didático geral para se consolidar como uma verdadeira Tecnologia Assistiva.

Aplicada ao ensino de Geometria Espacial, a RA permite que os estudantes com baixa visão interajam com modelos tridimensionais de forma totalmente personalizável. Ao possibilitar que os sólidos geométricos virtuais sejam ampliados, rotacionados e aproximados sem a perda de resolução, a tecnologia oferece a ergonomia visual necessária para reduzir a sobrecarga sensorial apontada por Sena *et al.* (2025). Dessa

forma, garante-se que esses estudantes possam acessar e explorar o conhecimento matemático com a mesma riqueza de detalhes e interatividade que seus pares.

Diante deste cenário, o presente estudo tem como objetivo analisar o uso da Realidade Aumentada como tecnologia assistiva no ensino de Geometria Espacial para alunos com baixa visão, avaliando suas contribuições para a acessibilidade e para a aprendizagem significativa.

2. METODOLOGIA

Participaram desta pesquisa quarenta alunos com baixa visão, sendo quinze de onze escolas da Rede Pública de Ensino da Prefeitura Municipal de Fortaleza–CE e vinte e cinco atendidos pelo Instituto Hélio Góes. Também participaram desta pesquisa, cem professores de Matemática da Rede de Ensino de Fortaleza–CE. Destaca-se que os critérios de inclusão dos alunos foram a condição de baixa visão e a matrícula regular na Rede Pública de Ensino de Fortaleza. Por outro lado, os critérios de exclusão consideraram estudantes com visão normal, bem como aqueles matriculados na Rede Estadual e na Educação Infantil.

No Instituto Hélio Góes, os critérios para a inclusão dos participantes foram a condição de baixa visão e a disponibilidade para a realização da pesquisa. Ao receber a relação de 36 alunos com visão subnormal atendidos pelo instituto, o pesquisador optou por desenvolver o estudo com estudantes do 3º ao 9º ano do ensino fundamental, até atingir a amostra estabelecida, totalizando 16 educandos.

Os demais alunos do Instituto Hélio Góes que não fizeram parte da amostra foram excluídos por não apresentarem deficiência visual. Além disso, a amostra foi composta por 16 alunos do instituto, e sua delimitação seguiu o critério da intencionalidade por parte do pesquisador.

Quanto ao critério de inclusão adotado para a seleção dos 50 professores que responderam ao questionário, foi considerada a atuação na disciplina de Matemática da Rede Pública de Ensino de Fortaleza, atuando em sala de aula. Para facilitar a coleta de dados, optamos por utilizar momentos formativos da disciplina, aproveitando a presença do pesquisador em alguns desses encontros para motivar a participação dos professores.

Vale mencionar que tivemos parecer consubstanciado do CEP com número: CAAE 77249324.5.0000.5554, favorável para a devida publicação.

Por fim, em relação aos critérios de exclusão dos professores, foram considerados os seguintes: não serem da área de Matemática, não estarem atuando na Rede Pública de Ensino de Fortaleza e serem exclusivamente professores do Ensino Médio. Vale destacar que, devido ao tamanho da amostra de 50 professores, por conveniência, os convites para participação da pesquisa ocorreram durante os momentos formativos e nos grupos de *WhatsApp*, facilitando o contato e a participação dos professores na pesquisa.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A realidade aumentada no ambiente escolar

De modo semelhante, a revisão de Caldeira *et al.* (2024) demonstrou que a RA tem potencial para transformar paradigmas educacionais ao permitir personalização da aprendizagem, visualização de processos abstratos e promoção de uma aprendizagem ativa e colaborativa.

Ao considerar esses apontamentos sobre o uso da tecnologia, é essencial reconhecer as diversas realidades presentes nos ambientes escolares. A disponibilização de recursos tecnológicos nas escolas depende, em grande medida, das políticas e investimentos do poder público. No entanto, vale destacar que muitos estudantes já possuem grande familiaridade com o uso de dispositivos móveis pessoais, como celulares, o que pode representar uma oportunidade para integrar essas tecnologias ao processo de ensino, desde que haja planejamento e mediação adequada.

Ressalta-se que a utilização de tecnologias em sala de aula, como a RA, não deve ocorrer de forma indiscriminada. Sua aplicação, conforme discutido neste contexto, é limitada aos aspectos geométricos observáveis. Nesse sentido, Pedrosa e Zappala-Guimarães (2019):

A construção de novas práticas educacionais não decorre simplesmente da introdução de tecnologias, não se pode associar o simples uso dessas tecnologias à inovação e melhoria da qualidade do processo de ensino-aprendizagem. Essa inserção necessita de uma reflexão anterior, o que requer a realização de pesquisas e debates em torno do tema, em um ambiente criterioso, que considere diferentes perspectivas de modo a não se incorrer em posições extremas, assumindo a condição de apocalípticos ou de integrados (Pedrosa; Zappala-Guimarães, 2019).

Nessa perspectiva, a utilização de tecnologias em sala de aula pode se tornar uma realidade efetiva, contribuindo significativamente para as práticas docentes,

especialmente no contexto da educação inclusiva. Nesse sentido, Peteros *et al.* (2022) afirmam ainda que os educadores precisam abraçar o uso da tecnologia dentro da sala de aula para se adaptar às mudanças na comunidade. Ainda nesse contexto do uso das tecnologias, Peteros *et al.* (2022) afirmam que:

A tecnologia afeta gradualmente o desempenho escolar, bem como o desempenho dos alunos. Com o uso de telefones celulares, os alunos podem aprender confortavelmente, encontrar respostas rapidamente e acessar os diferentes aplicativos educacionais móveis a qualquer momento (PETEROS *et al.*, 2022).

Ao se abordar sobre RA é fundamental diferenciá-la da Realidade Virtual (RV), pois, para muitos, essas tecnologias podem parecer equivalentes. Nesse sentido, a confusão entre RA e RV é comum, tornando necessário esclarecer suas diferenças e particularidades. Segundo Fialho (2018), a expressão 'Realidade Aumentada' e expansão no mercado consumidor iniciou-se na década de 1980, enquanto a Realidade Virtual já era estudada desde o final da década de 1960.

Destacando a diferença entre a RV e a RA, Fialho (2018, p. 33) aponta as especificações mais comuns e necessárias para saber diferenciar cada uma delas no Quadro 1 a seguir.

Quadro 1: Diferenças entre a RA e à RV.

REALIDADE AUMENTADA	REALIDADE VIRTUAL
1. Há um enriquecimento das cenas com a inserção dos objetos virtuais.	1. A RV é totalmente digital, portanto, não há interação no mundo real.
2. O sentido de presença no mundo real é mantido pelo usuário.	2. A sensação visual é totalmente gerada e controlada por computador
3. Há a necessidade de um mecanismo (interface) para combinar a RA com o mundo real.	3. A RV necessita de um mecanismo de integração total ou parcial entre o mundo virtual e o usuário

Fonte: Adaptado de Fialho, 2018.

Ao comparar a RA com a RV, percebe-se que ainda existem muitas dúvidas sobre ambas, especialmente em relação às suas vantagens e desvantagens. Nesse contexto, ao analisar os benefícios da RA em comparação com a RV, é possível identificar aspectos que a tornam mais acessível e aplicável a determinadas áreas, como a educação. Nesse sentido, Fialho (2018, p. 17) aponta que:

A grande vantagem da Realidade Aumentada perante a Realidade Virtual reside no fato de que objetos virtuais podem ser inseridos (por sobreposição) no ambiente físico, permitindo interações tangíveis mais fáceis e naturais com o uso de equipamentos de custos menos elevados que os necessários aos sistemas de Realidade Virtual, já que a RV não pode inserir elementos físicos dentro do ambiente virtual (Fialho p. 17, 2018).

Fialho (2018, p. 17) ainda afirma que “há cada vez mais interesse pelas inúmeras aplicações possíveis da tecnologia RA que hoje vemos em escala experimental em alguns segmentos profissionais e acadêmicos, como arquitetura, medicina, logística, treinamentos de manutenção, estudos de geometria, astronomia, etc., [...]. Nesse contexto, destaca-se que, quando a RA é utilizada como Tecnologia Assistiva (TA), o número de pesquisas sobre essa temática torna-se ainda mais escasso, evidenciando a necessidade de novos estudos na área.

Além disso, pesquisas revelam que a RA tem impacto positivo na motivação e no interesse dos estudantes. Segundo Souza e Jucá (2024, p. 6), muitos dos estudos analisados destacam o entusiasmo dos alunos ao utilizarem ferramentas digitais no estudo da Geometria Espacial, o que se reflete em maior participação e engajamento nas atividades.

Outro ponto relevante é que a RA promove o desenvolvimento da habilidade de visualização espacial, considerada essencial na Matemática e em outras áreas do conhecimento. Como observam Caldeira *et al.* 2024, a RA facilita a concretização de conceitos abstratos e estimula a construção de um pensamento geométrico mais sólido.

Conforme ilustrado na Figura 5, o aluno utiliza um tablet com um software educativo de RA previamente instalado. Por meio do QR code como marcador, o sólido geométrico é projetado na tela, permitindo seu rotacionamento, ampliação, redução ou até mesmo a aplicação de transparência. Esse último recurso facilita a visualização das arestas e vértices, tornando a compreensão mais acessível.



Figura 5: Esquema de visualização por meio da RA.

Fonte: Autores, 2025.

Vale destacar que segundo Landau, Cunha e Haguenauer (2014, p. 32), citando Milgram e Kishino, 1994, o termo RA é definido como:

Um subconjunto da Realidade Misturada (RM), e pode ser localizada dentro de um continuum de virtualidade, onde em um dos extremos encontra-se o Ambiente Real (AR) e no outro o Ambiente Virtual. Nesse continuum classifica-se uma aplicação como RA ou Virtualidade Aumentada (VA) de acordo com o grau de predominância dos objetos virtuais ou reais na cena misturada (Landau *et al.*, 2014).

Dando continuidade podemos mencionar que a inserção de objetos virtuais no ambiente real, como a projeção de um sólido geométrico durante uma aula, permite que o aluno interaja diretamente com o objeto, tornando a visualização mais acessível e próxima. Esse recurso promove uma verdadeira revolução na dinâmica da sala de aula, especialmente para alunos com visão subnormal. Além disso, Diegmann *et al.* (2015 *apud* Fialho, 2018, p. 133) destacam alguns benefícios do uso da RA no ambiente educacional, como o aumento da motivação, da atenção, da concentração e da satisfação dos estudantes.

Aplicação da realidade aumentada no ensino da geometria em alunos com baixa visão

A aplicação da Realidade Aumentada no ensino da Geometria tem se mostrado uma estratégia inovadora e eficaz para superar os desafios relacionados à abstração e à visualização de formas espaciais, principalmente porque os alunos conseguem analisar os sólidos geométricos como visto na Figura 6 sua representação.

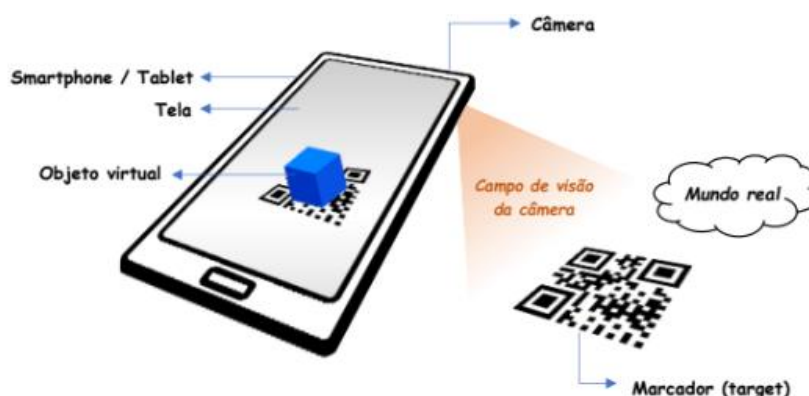


Figura 6: Funcionamento da RA na visualização das formas geométricas.

Fonte: Autores, 2025.

Ademais, a proposta buscou compreender de que maneira os sujeitos da pesquisa interagem com essas ferramentas tecnológicas e como tais interações impactam o desenvolvimento das habilidades previstas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o ensino fundamental.

Os dados sugerem que o uso de *softwares* educativos para o ensino de Geometria Espacial ainda é limitado na prática docente. Isso pode estar associado à falta de formação tecnológica dos professores, à resistência à inovação pedagógica ou à indisponibilidade de recursos tecnológicos nas escolas.

A baixa adesão à RA como ferramenta didática pode indicar uma lacuna na capacitação dos docentes para o uso de novas tecnologias. Embora a RA apresente benefícios no ensino de conceitos abstratos, sua implementação ainda não está consolidada nas práticas pedagógicas dos professores investigados.

Destaca-se o potencial não explorado da RA e *Softwares* Educativos, visto que a RA e os *softwares* educativos poderiam tornar o ensino da Geometria Espacial mais interativo e acessível, especialmente para alunos com necessidades educacionais especiais, especialmente os com baixa visão, os quais são o objeto de estudo da pesquisa.

No estudo de Neves *et al.* (2024), a RA é citada como uma das ferramentas mais promissoras para tornar o conteúdo visualmente acessível a estudantes com baixa visão, desde que acompanhada por formação docente específica e adaptação curricular. O ensino inclusivo requer ferramentas que facilitem a compreensão dos conteúdos para alunos com diferentes necessidades. A ausência do uso de RA com esse público pode indicar desconhecimento sobre o potencial das tecnologias assistivas e falta de formação específica para inclusão de alunos com baixa visão ou outras deficiências, como visto na Figura 7 um aluno com baixa visão tendo êxito em seu estudo geométrico.

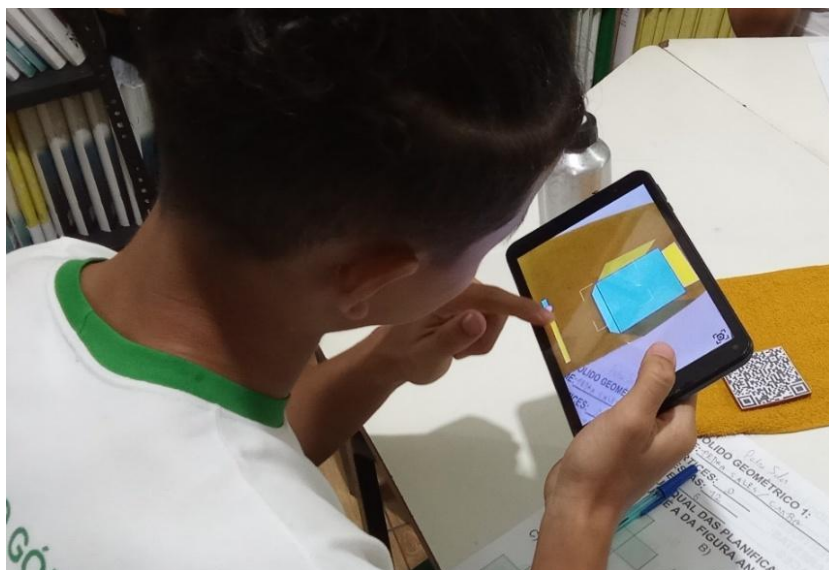


Figura 7: Aluno com baixa visão manipulando o sólido geométrico no tablet.
Fonte: Autores, 2025.

Destaca-se que o uso da RA, por meio de *software* educativo, possibilita a melhoria da capacidade espacial dos alunos com visão subnormal, permitindo até mesmo a manipulação dos sólidos geométricos com um simples toque na tela do celular ou tablet. Nesse sentido, Viseu, Rocha e Monteiro (2022) afirmam que as relações espaciais, sendo um dos fatores da capacidade espacial, são definidas como a capacidade de girar mentalmente um objeto espacial de forma rápida e correta. Assim, a visualização e as interações constantes com os objetos 3D, por meio da tecnologia de RA, aprimoraram o pensamento geométrico e a capacidade espacial dos alunos com baixa visão.

Finalizando a discussão dos dados apresentados, e ressaltando o aspecto inclusivo por meio do uso de tecnologias como a RA, é importante destacar que a implementação dessas ferramentas pode facilitar a aprendizagem de conceitos tridimensionais, beneficiando alunos com baixa visão ao possibilitar a exploração tátil e visual ampliada. Além disso, destaca-se a importância da formação continuada, pois os dados reforçam a necessidade de capacitação docente para o uso dessas tecnologias no contexto da Educação Inclusiva, como um exemplo ferramentas de RA se mostraram eficazes ao possibilitar que os estudantes participantes da pesquisa realizassem atividades escolares com maior autonomia, segurança e conforto visual (Silva *et al.*, 2019).

Além disso, os instrumentos de coleta de dados e os modelos do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) e do Termo de Consentimento para Utilização de Dados (TCUD) foram submetidos ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) por meio da Plataforma Brasil.

Esse processo visa garantir a análise e a aprovação ética da pesquisa, garantindo o cumprimento das diretrizes éticas para estudos envolvendo seres humanos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados alcançados nesta pesquisa não apenas evidenciam o potencial da RA como ferramenta pedagógica inclusiva, especialmente no ensino de Geometria Espacial para alunos com baixa visão, como também apontam para a necessidade de desdobramentos que extrapolam o ambiente escolar, reverberando em políticas públicas e programas de formação docente.

Nesse sentido, destaca-se a urgência de se pensar em políticas públicas que promovam o acesso equitativo às tecnologias assistivas e inovadoras nas escolas públicas, especialmente aquelas com maior número de alunos com necessidades especiais. Os achados desta pesquisa reforçam que, para que tecnologias que envolvam a realidade aumentada sejam de fato integradas de forma eficaz ao currículo, é fundamental que o poder público invista na infraestrutura das instituições escolares e garanta o suporte técnico-pedagógico necessário para a sua implementação.

Além disso, a formação inicial e continuada dos professores se configura como um dos pilares para a consolidação de práticas inclusivas com o uso de tecnologias digitais. O interesse demonstrado pelos docentes participantes em ampliar seus conhecimentos nesta área evidencia a necessidade de programas formativos que articulem teoria e prática, contemplando não apenas o domínio técnico das ferramentas digitais, mas também aspectos pedagógicos, metodológicos e éticos de sua aplicação com alunos público-alvo da Educação Especial.

Portanto, esta pesquisa contribui não apenas para a área da Educação Inclusiva, ao apresentar uma proposta inovadora e acessível, mas também para o debate mais amplo sobre o papel da tecnologia na mediação do conhecimento e no enfrentamento das barreiras educacionais. Espera-se que os resultados e reflexões aqui apresentados possam subsidiar novas práticas, influenciar a elaboração de políticas educacionais inclusivas e inspirar futuras investigações voltadas à melhoria da qualidade do ensino para todos os alunos, em especial aqueles com necessidades educacionais específicas.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. **The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view.** Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000.

BERSCH, R. **Introdução à Tecnologia Assistiva.** Porto Alegre: CEDI, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília, 2018. Disponível em:
http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf. Acesso em: 17 maio 2023.

CALDEIRA, V. M. M.; FREITAS, C. A. de; PEDRA, R. R.; MIRANDA, G. M. M.; LIMA, S. do S. A.; NEVES, L. R. Augmented reality in education: reimagining learning experiences with immersive technology. **ARACÊ**, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 2552-2565, 2024. DOI: 10.56238/arev6n2-124. Disponível em:
<https://periodicos.newsciencepubl.com/arace/article/view/821>. Acesso em: 17 maio 2025.

CAVALCANTE, J. L.; NUNES, R. F.; GONÇALVES, E. J. T.; LOPES, L. E. Explorando benefícios, desafios e estratégias na aplicação de realidade aumentada na educação básica: uma revisão terciária. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 22, n. 1, p. 442-453, 2024.

DIEGMANN, P.; SCHMIDT-KRAEPELIN, M.; EYNDEN, S.; BASTEN, D. Benefits of augmented reality in educational environments: a systematic literature review. **Benefits**, v. 3, n. 6, p. 1542-1556, 2015.

FERREIRA, W. S.; BOTELHO, I. T. D.; VASCONCELOS, E. P. C.; SILVA, K. C. M.; SILVA, A. N. L.; FERREIRA, S. R. B. A descriptive and exploratory study of an augmented reality educational product for active learning. **International Journal of Learning and Teaching**, v. 12, n. 2, p. 148-153, 2026.

FIALHO, A. B. **Realidade virtual e aumentada: tecnologias para aplicações profissionais.** São Paulo: Érica, 2018.

KHLAIF, Z. N.; SANMUGAM, M.; JOMA, A. I.; ODEH, A.; BARHAM, K. Factors influencing teacher's technostress experienced in using emerging technology: a qualitative study. **Technology, Knowledge and Learning**, v. 28, p. 865-899, 2023.

KREBS, D.; ZUCOLO, M. P. da R.; GHISLENI, T. S. O uso da realidade aumentada aplicado em ensino. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 7, p. 1-17, 2019.

LANDAU, L.; CUNHA, G. G.; HAGUENAUER, C. **Pesquisa em realidade virtual e aumentada.** Curitiba: CRV, 2014.

NEVES, L. E. de O. *et al.* Estratégias de ensino adaptadas para alunos com baixa visão. **RCMOS – Revista Científica Multidisciplinar O Saber**, v. 4, n. 1, p. 1-10, jan./jul. 2024.

PEDROSA, S. M. P. A.; ZAPPALA-GUIMARÃES, M. A. Realidade virtual e realidade aumentada: refletindo sobre usos e benefícios na educação. **Revista Educação e Cultura Contemporânea**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 43, p. 123-146, mar. 2019.

PETEROS, E. D.; DE VERA, J. V.; LAGUNA, C. G.; LAPATHA IV, V. C. B.; MARMITES, I. O.; ASTILERO, J. C. Effects of smartphone utilization on junior high school students' mathematics performance. **World Journal on Educational Technology, Current Issues**, v. 14, n. 2, p. 401-413, mar. 2022.

ROCHA, A. C. F.; SILVA, S. C. M.; LEMOS, R. A.; FERREIRA, S. R. B.; FERREIRA, W. S. Jogos matemáticos no ensino bilíngue: estratégias para aprendizagens de alunos surdos. **Revista Multidebates**, Palmas, v. 9, n. 2, p. 24-36, ago. 2025.

SENA, A. C.; BOTELHO, I. T. D.; AMARAL, N. C. L.; SOUZA, R. C. R.; FERREIRA, S. R. B.; FERREIRA, W. S. Impactos das alterações visuais na qualidade de ensino e sua influência no desempenho dos discentes. **RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar**, v. 6, n. 1, p. e616162, jan. 2025.

SETTIMY, T. F. O.; BAIRRAL, M. A. Dificuldades envolvendo a visualização em geometria espacial. **Vidya**, Santa Maria, v. 40, n. 1, p. 177-195, jan./jun. 2020.

SILVA, M. M. da *et al.* VReye: aplicativo de realidade aumentada para auxiliar pessoas com deficiência visual parcial em sala de aula. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (CBIE), 2019. **Anais [...]**. [S. l.: s. n.], 2019. p. 1318-1325.

SOUZA, L. P.; JUCÁ, S. C. S. Inserção de realidade aumentada no ensino de matemática: uma revisão sistemática de literatura. **Revista Contexto & Educação**, v. 39, n. 121, p. 1-21, 2024.

WISEU, F.; ROCHA, H.; MONTEIRO, J. Rethinking digital technology versus paper and pencil in 3D geometry. **Journal of Learning for Development**, v. 9, n. 2, p. 267-278, 2022.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Fábio Júnior de Sousa Oliveira: Investigação, metodologia, redação do manuscrito original.

Iury Thiago Dias Botelho: Design de apresentação dos dados, validação dos dados experimentais, curadoria de dados.

Welberth Santos Ferreira: Supervisão, redação - revisão e edição.