

REALIDADE AUMENTADA NO ENSINO DE GEOMETRIA: INOVAÇÃO E EQUIDADE EM ESCOLAS PÚBLICAS

Augmented Reality in Geometry Teaching: Innovation and Equity in Public Schools

ID Patrícia de Sá Freire

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9259-682X>

Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil.

Contato: patriciadesafreire@gmail.com

ID Rita Lucia Bellato

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7253-4720>

Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil.

Contato: rita.lucia@ufsc.br

ID Bernardo Bellato Bieger

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-1563-5007>

Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil.

Contato: be.bellato.bieger@gmail.com

Resumo: Este estudo investiga o uso da Realidade Aumentada (RA) como ferramenta pedagógica para o ensino de geometria em escolas públicas, abordando os desafios históricos de defasagem matemática e desigualdade educacional. A pesquisa, baseada em uma Revisão Integrativa da Literatura, analisa evidências científicas recentes que demonstram os benefícios da RA na visualização espacial, engajamento dos alunos e inclusão educacional. Foram selecionados onze artigos para análise final, categorizadas em: Visualização e Compreensão Espacial, Engajamento e Motivação, Inclusão acessibilidade, e Integração Curricular e Tecnologias da Informação e Comunicação. Os resultados indicam que a RA facilita a compreensão de conceitos abstratos, reduz a ansiedade matemática e promove aprendizagem significativa, especialmente em contextos com recursos limitados. Contudo, sua efetividade depende de formação docente adequada, infraestrutura tecnológica e integração curricular crítica. O estudo destaca a necessidade de políticas públicas que equilibrem inovação e equidade, sugerindo ações como projetos piloto e parcerias com universidades.

Palavras-chave: realidade aumentada; neoaprendizagem; escolas públicas; inovação educacional; defasagem matemática.

Abstract: This study investigates the use of Augmented Reality (AR) as a pedagogical tool for teaching geometry in public schools, addressing the longstanding challenges of mathematical learning gaps and educational inequality. Based on an Integrative Literature Review, the research analyzes recent scientific evidence demonstrating the benefits of AR in spatial visualization, student engagement, and educational inclusion. Eleven articles were selected for the final analysis, categorized into: Spatial Visualization and Understanding, Engagement and Motivation, Inclusion and Accessibility, and Curriculum Integration and Information and Communication Technologies. The results indicate that AR facilitates the comprehension of abstract concepts, reduces math anxiety, and promotes meaningful learning, especially in resource-limited contexts. However, its effectiveness depends on adequate teacher training, technological infrastructure, and critical curriculum integration. The study highlights the need for public policies that balance innovation and equity, suggesting actions such as pilot projects and partnerships with universities.

Keywords: augmented reality; neolearning; public schools; educational innovation; mathematical learning gaps.

Introdução

A educação matemática brasileira é historicamente marcada por desigualdades e déficits de aprendizagem, especialmente na rede pública. Dados recentes mostram que menos da metade dos estudantes atinge os níveis adequados de proficiência em matemática, com queda acentuada durante a pandemia e recuperação parcial nos anos seguintes (QEdU, 2023). Em Florianópolis, por exemplo, os índices passaram de 47% (2019) para 39% (2023), evidenciando desigualdades internas mesmo entre escolas com infraestrutura tecnológica. A mera presença de laboratórios e internet não garante melhores resultados, pois as limitações estruturais e a ausência de um sistema nacional de educação articulado perpetuam a fragmentação e a desigualdade (Saviani, 2008).

Essas desigualdades estão associadas também à permanência de práticas pedagógicas tradicionais, centradas na repetição de algoritmos e na transmissão mecânica de conteúdos (Kamii et al., 2007; Freire, 1996). A Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018) propõe o desenvolvimento do raciocínio geométrico e da experimentação desde os primeiros anos do Ensino Fundamental, mas a eficácia do ensino depende da adoção de metodologias ativas e da mediação docente qualificada. A aprendizagem da geometria espacial, que exige visualização e abstração tridimensional, continua sendo um desafio, sobretudo em contextos com escassez de materiais concretos e formação docente limitada.

A questão da competência digital docente integra esse cenário. Libâneo (2002) adverte que as políticas educacionais, muitas vezes guiadas por perspectivas tecnicistas, reduzem o professor a executor de propostas alheias. Gatti (2019) complementa que a fragmentação curricular, a precarização do trabalho e a frágil formação inicial comprometem a capacidade de inovação pedagógica. Assim, a formação docente precisa articular técnica, criticidade e compromisso humano, preparando educadores para integrar tecnologias de modo reflexivo.



Entre os Recursos Educacionais Digitais (REDs), a Realidade Aumentada (RA) tem se destacado por permitir a manipulação de objetos tridimensionais integrados ao ambiente real, favorecendo a compreensão de conceitos abstratos e o raciocínio espacial. Estudos recentes (Wu et al., 2024; Su et al., 2022; Tarng et al., 2024) apontam melhora no desempenho, redução da carga cognitiva e aumento do engajamento e da motivação, podendo inclusive reduzir a ansiedade matemática (Pahmi et al., 2023). Ferramentas como o 3Dmetric (Amir et al., 2020) e modelos que integram RA e aprendizado de máquina (Cunha et al., 2024) reforçam seu potencial para promover inclusão e personalização do ensino.

Entretanto, a adoção efetiva da RA depende de infraestrutura adequada, formação continuada e suporte técnico (Yuan et al., 2023; Nadzeri et al., 2023). Embora 100% das escolas públicas de Florianópolis tenham acesso à internet, apenas 89% contam com laboratórios de informática, o que revela o potencial e, ao mesmo tempo, as limitações para sua implementação. Inserida em práticas pedagógicas inovadoras e sustentada por condições estruturais e formativas, a RA pode tornar o ensino da geometria mais dinâmico, acessível e significativo.

Nesse contexto, a Neoaprendizagem, proposta por Bresolin e Freire (2024), oferece uma abordagem que integra tecnologias digitais de forma crítica, centrada no protagonismo discente e na construção ativa do conhecimento. Fundamentada em princípios da aprendizagem experiencial e expansiva, ela reconhece o papel do docente como mediador e inovador, o Neoprofessor, capaz de alinhar competência digital e letramento crítico em práticas pedagógicas tecno-humanizadas (Bresolin, 2025). Esse educador domina metodologias ativas, utiliza recursos como RA, inteligência artificial e gamificação, e realiza autoavaliações contínuas para aprimorar sua prática.

Assim, o presente estudo fundamenta-se nessa perspectiva para investigar: quais evidências científicas demonstram os efeitos da Realidade Aumentada no ensino de geometria em escolas públicas, considerando aspectos de inovação pedagógica e equidade educacional?

Procedimentos Metodológicos

Este estudo adotou o método da Revisão Integrativa da Literatura (RIL), conforme a sistematização proposta por Botelho, Cunha e Macedo (2011), que estabelece oito etapas fundamentais para assegurar o rigor e a abrangência da análise científica. A RIL permite a síntese crítica de evidências teóricas e empíricas, contribuindo para o avanço do conhecimento e a identificação de lacunas de pesquisa sobre determinado tema.

A pesquisa possui abordagem qualitativa, de natureza exploratória, descritiva e documental, fundamentada no paradigma interpretativista. Essa escolha metodológica buscou compreender os significados atribuídos ao uso da Realidade Aumentada (RA) no ensino de geometria, bem como identificar padrões e contribuições emergentes na literatura. A abordagem qualitativa favoreceu uma leitura crítica e contextualizada dos achados, alinhada ao compromisso com a inovação pedagógica e a equidade educacional em escolas públicas.



A primeira etapa consistiu na formulação da questão norteadora: “Quais evidências científicas demonstram os efeitos da Realidade Aumentada no ensino de geometria em escolas públicas, considerando aspectos de inovação pedagógica e equidade educacional?”

Na segunda e terceira etapas, definiram-se a base de dados e a estratégia de busca. Optou-se pela base *Scopus*, acessada via Portal de Periódicos da Capes (Julho de 2025), utilizando a equação booleana: $((\textit{mathematics}) \textit{AND} (\textit{geometry})) \textit{AND} (\textit{basic education}) \textit{OR} (\textit{elementary school}))$. Posteriormente, adicionou-se o descritor “augmented reality”, resultando na equação refinada: $((\textit{mathematics}) \textit{AND} (\textit{geometry})) \textit{AND} (\textit{basic education}) \textit{AND} (\textit{augmented reality})$. Aplicaram-se filtros para restringir os resultados a artigos científicos, em inglês, de acesso aberto, sem recorte temporal e em todas as áreas do conhecimento. Essa escolha visou maximizar o alcance e captar estudos relevantes, predominantemente publicados entre 2020 e 2024.

As quarta e quinta etapas abrangeram a remoção de duplicatas e a triagem inicial das publicações. A busca resultou em 100 artigos, dos quais 12 permaneceram após o refinamento e verificação de duplicidades.

Na sexta etapa, foram aplicados os critérios de inclusão e exclusão. Incluíram-se estudos sobre o uso da RA no ensino de geometria, com foco na Educação Básica e disponibilidade integral do texto. Excluíram-se publicações duplicadas, incompletas ou sem alinhamento temático.

A sétima etapa envolveu a seleção definitiva em três fases: leitura de títulos, resumos e textos integrais, resultando em 11 artigos para análise.

Por fim, na oitava etapa, realizou-se a sistematização e análise dos dados, com informações registradas em planilha contendo autores, periódico, ano, nível educacional, foco temático e principais resultados. A análise seguiu os princípios da análise temática (Braun; Clarke, 2006), identificando quatro eixos de significado recorrentes: visualização e compreensão espacial, engajamento e motivação, inclusão e acessibilidade, e integração curricular e Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC).

Esse processo possibilitou mapear tendências, convergências e lacunas no uso da RA no ensino de geometria, articulando as evidências à Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018) e à abordagem da Neoaprendizagem (Bresolin, 2025). Ressalta-se que, durante a extração e sistematização dos dados, ferramentas de inteligência artificial foram utilizadas de modo complementar, com supervisão humana integral, garantindo a integridade metodológica e a centralidade do pesquisador na interpretação crítica dos dados.

Resultados Obtidos

A análise dos 11 artigos selecionados na Revisão Integrativa da Literatura (RIL) evidenciou diferentes abordagens sobre o uso da Realidade Aumentada (RA) no ensino da geometria, contemplando distintos contextos educacionais, níveis de ensino e ferramentas tecnológicas. Apesar dessa diversidade, emergiram padrões consistentes que apontam a RA como um recurso pedagógico inovador, capaz de favorecer a visualização espacial, o engajamento dos estudantes e a compreensão de conceitos geométricos abstratos.

A análise seguiu o referencial da Análise de Conteúdo proposta por Bardin (1977) e os princípios da Análise Temática de Braun e Clarke (2006), o que permitiu identificar padrões recorrentes, recorrências lexicais e relações de sentido entre os achados empíricos. Esse processo sistemático de codificação e categorização fundamentou a construção dos eixos interpretativos apresentados nas seções seguintes.



Para sistematizar as evidências, os resultados foram organizados em categorias temáticas, apresentadas a seguir, com base nos quadros de referência elaborados nesta pesquisa. O Quadro 2 reúne os estudos incluídos na amostra final e suas principais informações bibliográficas:

Quadro 2: Resultados da Pesquisa: Autores que mencionaram RA no ensino da geometria espacial

Nº	Título do Artigo	Autores	Periódico/ Publicação	Volume/ Edição/ Páginas	Ano	Cita ções
1	Effects of AR mathematical picture books on primary school students' geometric thinking, cognitive load and flow experience	Wu, J., Jiang, H., Long, L., & Zhang, X.	Education and Information Technologies	29, pp. 24627–24652	2024	3
2	Improving Elementary Students' Geometric Understanding Through Augmented Reality and Its Performance Evaluation	Tarng, W., Huang, J.-K., & Ou, K.-L.	Systems	12, 493	2024	0
3	Converging extended reality and Machine Learning to improve the lecturing of geometry in basic education	Cunha, C.R., Moreira, A., Coelho, S., Mendonça, V., & Gomes, J.P.	Journal of Engineering Research	-	2024	1
4	When designer meets local culture: The promising learning trajectory on the surface area of polyhedron	Adha, I., Zulkardi, Putri, R. I. I., & Somakim.	Journal on Mathematics Education	15(3), pp. 945–960	2024	0
5	Assessing the Influence of Augmented Reality in Mathematics Education: A Systematic Literature Review	Pahmi, S., Hendriyanto, A., Sahara, S., Muhaimin, L. H., Kuncoro, K.S., & Usodo, B.	International Journal of Learning, Teaching and Educational Research	22(5), pp. 1–25	2023	8
6	Facilitating Conditions as the Biggest Factor Influencing Elementary School Teachers' Usage Behavior of Dynamic Mathematics Software in China	Yuan, Z., Liu, J., Deng, X., Ding, T., & Wijaya, T.T.	Mathematics	11, 1536	2023	20
7	Teachers' Perspectives on the Development of Augmented Reality Application in Geometry Topic for Elementary School	Nadzeri, M.B., Musa, M., Meng, C.C., & Ismail, I.M.	International Journal of Interactive Mobile Technologies	17(15), pp. 38–52	2023	2
8	At School or Home? Eight Graders' First Practices with Online Geometry Lessons	Dogruer, S.S.	Turkish Online Journal of Distance Education	24(1), pp. 220–233	2023	1
9	Parent's experience in remote learning during COVID-19 with digital and physical mathematical modelling	Haas, B., Lavicza, Z., & Kreis, Y.	Research and Practice in Technology Enhanced Learning	18, 13	2023	4
10	Study of Virtual Reality Immersive Technology	Su, Y.-S., Cheng, H.-	Frontiers in Psychology	13, 760418	2022	72



	Enhanced Mathematics Geometry Learning	W., & Lai, C.-F.				
11	Elementary students' perceptions of 3Dmetric: A cross-sectional study	Amir, M.F., Fediyanto, N., Rudyanto, H.E., Nur Afifah, D.S., & Tortop, H.S.	Heliyon	6, e04052	2020	22

Fonte: dos autores, com base na pesquisa (2025).

Dando continuidade à exposição dos resultados, o Quadro 3 sintetiza os focos e resultados obtidos em cada artigo, destacando os avanços observados em desempenho, motivação e acessibilidade no ensino de geometria mediado pela RA.

Quadro 3: Principais resultados dos artigos selecionados

Nº	Nível Escolar	Foco	Principais Resultados
1	4º Ano do Ensino Fundamental	O estudo criou um livro interativo de matemática com realidade aumentada (RA) e comparou, de forma quasi-experimental, três materiais: livro com RA, livro ilustrado tradicional e texto matemático convencional	Melhora significativa no pensamento geométrico, redução da carga cognitiva e maior engajamento com RA, confirmada por dados quantitativos e qualitativos.
2	5º Ano do Ensino Fundamental	Sistema de Aprendizagem Móvel com RA (ARMLS) aplicado em um grupo de estudantes, separando-os em um grupo controle e um grupo experimental	Os resultados demonstraram que o sistema de aprendizagem móvel com realidade aumentada (ARMLS) melhorou significativamente o desempenho acadêmico dos alunos com baixo e médio rendimento, sem alterar sua motivação. Além disso, o ARMLS mostrou-se eficaz na redução da carga cognitiva dos estudantes e foi bem avaliado pela maioria dos participantes, indicando boa aceitação da tecnologia.
3	Educação Básica	Uso de Realidade Mista no ensino Geometria, através da proposição de um modelo conceitual que combina o uso de Realidade Estendida e Aprendizado de Máquina	Os resultados preliminares indicaram que a abordagem aumentou a motivação e a capacidade de abstração dos alunos, facilitando a visualização de conceitos complexos. A combinação de Realidade Estendida com Aprendizado de Máquina mostrou potencial para personalizar o aprendizado e fornecer insights valiosos aos professores sobre as dificuldades individuais dos alunos. Desafios técnicos, como custos de Interface de Programação de Aplicações e adaptação à interface 3D, foram identificados, mas a solução se mostrou promissora para inovar o ensino de matemática.
4	Ensino Fundamental	Elaboração de uma trajetória de aprendizagem para o ensino da área de superfície de um poliedro utilizando	Os resultados sugerem que o contexto turístico de Bukit Sulap melhorou significativamente a compreensão dos alunos sobre problemas de área de superfície, especificamente aqueles envolvendo combinações de paralelepípedos e cubos. Além disso, o IRME facilitou efetivamente a compreensão



		IRME no contexto do turismo em Bukit Sulap.	dos alunos sobre conceitos matemáticos abstratos, particularmente as fórmulas de área de superfície para cubos e paralelepípedos.
5	Ensino Fundamental a Superior	Revisão Sistemática de Literatura sobre os efeitos da RA na educação matemática	O uso da RA no ensino de matemática abrange temas como geometria, álgebra, matemática básica, estatística e probabilidade, além de outros tópicos matemáticos. A eficácia da RA reside em sua capacidade de superar problemas existentes, como barreiras de aprendizagem, ansiedade matemática e outros problemas cognitivos.
6	Professores do Ensino Fundamental	Análise dos fatores que influenciam o comportamento de uso de software de matemática dinâmica por professores do ensino fundamental.	Identificou que as condições facilitadoras, como acesso e suporte técnico, e a expectativa de esforço influenciaram significativamente a adoção de softwares de matemática dinâmica por professores do ensino fundamental, sendo as condições facilitadoras o fator mais determinante. Variáveis como gênero, área de formação e especialização não tiveram efeito moderador relevante nas relações analisadas pelo modelo conceitual.
7	Professores do Ensino Fundamental	Determinar a necessidade de desenvolver uma aplicação de aprendizagem de realidade aumentada no tópico de geometria para alunos do ensino fundamental	Indicam três elementos principais que precisam ser enfatizados para o processo de desenvolvimento de RA: design de estratégia de aprendizagem, design de apresentação e design de interatividade.
8	8º ano do Ensino Fundamental	Comparação entre ensino remoto e presencial em geometria	Alunos preferiram aulas presenciais, sem mudança significativa na atitude em relação à geometria no ensino remoto.
9	Ensino Fundamental	Uso de realidade aumentada, modelagem matemática digital e física no ensino remoto de matemática para escolas de ensino fundamental durante COVID-19	O estudo revelou que os pais apoiaram ativamente os filhos no ensino remoto, usando <i>scaffolding</i> cognitivo, afetivo e técnico. A motivação dos alunos foi alta com tarefas práticas, mas as percepções dos pais sobre a modelagem matemática variaram. Desafios técnicos foram comuns, especialmente entre pais menos familiarizados com ferramentas digitais, destacando a necessidade de melhor suporte.
10	2º Ano do Ensino Médio	Explora o impacto do uso do sistema de aprendizagem imersiva de matemática e geometria em realidade virtual na aceitação da tecnologia pelos alunos, nas motivações para a aprendizagem e no desempenho da aprendizagem	Os resultados revelaram que o grupo experimental, que utilizou um sistema imersivo de geometria em realidade virtual, obteve melhores resultados de aprendizagem nas três unidades geométricas estudadas. Esses alunos demonstraram maior confiança na compreensão dos conteúdos. A abordagem <i>gamificada</i> proporcionou uma clara sensação de conquista, indicando que o uso de tecnologias imersivas pode se tornar um método atrativo e eficaz para o aprendizado de matemática.
11	Ensino Fundamental	Percepções de alunos sobre	Demonstrou que os alunos do ensino fundamental tiveram percepções positivas sobre o uso do 3Dmetric para aprendizagem de geometria 3D,



	aplicativo 3Dmetric em geometria	independentemente de seu nível de habilidade espacial. A ferramenta foi considerada motivadora, fácil de usar e eficaz para visualizar conceitos abstratos, embora alguns estudantes tenham enfrentado desafios iniciais com a tecnologia. Não houve diferença significativa nas percepções entre alunos com habilidades espaciais altas e baixas, indicando que a ferramenta pode beneficiar todos os estudantes. Os resultados sugerem que o 3Dmetric é uma abordagem promissora para o ensino de geometria, mas requer suporte adequado para superar barreiras técnicas iniciais.
--	----------------------------------	--

Fonte: dos autores, com base na pesquisa (2025).

De modo geral, os dados indicam que a RA contribui para uma aprendizagem mais ativa, interativa e significativa, reduzindo barreiras cognitivas e afetivas, como a ansiedade matemática, e ampliando o interesse dos alunos por conteúdos tradicionalmente abstratos. A variedade de metodologias e ferramentas analisadas também revela possibilidades amplas de integração curricular, sobretudo em escolas públicas, desde que acompanhadas de formação docente e infraestrutura adequadas.

Com base nesses achados, e em diálogo com a Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018) e a abordagem da Neoaprendizagem (Bresolin, 2025), os resultados foram organizados em quatro eixos interpretativos, que refletem os principais desafios e potencialidades da RA no ensino da geometria.

Categorização Temática

As categorias foram definidas a partir de um processo indutivo de leitura e codificação, ancorado nos eixos conceituais da BNCC (2018) e da Neoaprendizagem (Bresolin, 2025). A categorização buscou representar não apenas os temas recorrentes nos estudos, mas também as dimensões pedagógicas e tecno-humanas mais expressivas no corpus analisado. O Quadro 4 apresenta a distribuição dos estudos por categoria temática, servindo como base para a discussão integrada dos resultados a seguir.

Quadro 4: Categorização temática dos resultados

Tema	Artigos Relacionados
Visualização e Compreensão Espacial	1 – Wu et al. (2024); 2 – Targ et al. (2024); 6 – Yuan et al. (2023); 10 – Su et al. (2022)
Engajamento e Motivação	1 – Wu et al. (2024); 3 – Cunha et al. (2024); 7 – Nadzeri et al. (2023); 8 – Dogruer (2022); 10 – Su et al. (2022); 11 – Amir et al. (2020).
Inclusão e Acessibilidade	4 – Adha et al. (2024); 11 – Amir et al. (2020).
Integração Curricular e TIC	1 – Wu et al. (2024); 5 – Pahmi et al. (2023); 6 – Yuan et al. (2023); 7 – Nadzeri et al. (2023); 9 – Haas et al. (2023)

Fonte: dos autores, com base na pesquisa (2025).

Discussão dos Resultados

A revisão integrativa evidenciou que a Realidade Aumentada (RA) se consolida como recurso didático promissor no ensino da geometria espacial no Ensino Fundamental, favorecendo a visualização tridimensional, o engajamento estudantil, a equidade e a integração das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) ao currículo. Em consonância com a Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018) e a Neoaprendizagem (Bresolin, 2025), os resultados foram organizados em quatro eixos temáticos. Essa abordagem permitiu uma síntese crítica dos achados, conforme Torracco (2005), e identificou lacunas e potencialidades ainda pouco exploradas na literatura educacional, que são analisadas a seguir.

A discussão que se segue articula os achados empíricos às categorias teóricas previamente estabelecidas, evidenciando como os significados emergentes foram interpretados em diálogo com os referenciais da BNCC (2018), da Neoaprendizagem (Bresolin, 2025) e das diretrizes para revisões integrativas (Botelho et al., 2011). Essa integração visa assegurar consistência epistemológica e interpretativa entre o *corpus* empírico e o referencial teórico adotado.

Visualização e Compreensão Espacial

A categoria Visualização e Compreensão Espacial evidencia o papel central da Realidade Aumentada (RA) na superação das dificuldades de representação e manipulação mental de figuras tridimensionais, um dos principais desafios da aprendizagem geométrica. A BNCC (2018) destaca a importância de desenvolver desde os primeiros anos do Ensino Fundamental a percepção e o raciocínio espacial, por meio da análise e exploração de sólidos geométricos, de suas propriedades e representações planas.

Nesse contexto, a RA atua como mediadora tecnológica capaz de transformar conceitos abstratos em experiências manipuláveis e imersivas. Os estudos de Wu et al. (2024), Tarng et al. (2024) e Su et al. (2022) demonstram que a interação com objetos tridimensionais digitais reduz a carga cognitiva, aprimora a visualização e aumenta a precisão na identificação de atributos, planificações e na resolução de problemas geométricos. Já Yuan et al. (2023) mostram que a combinação da RA com *softwares* de geometria dinâmica potencializa o desenvolvimento de habilidades mais complexas, como simetria, rotação e visualização sob múltiplas perspectivas.

Essas evidências convergem com os princípios da Neoaprendizagem (Bresolin, 2025), ao revelarem que a RA promove uma aprendizagem significativa, sensorial e personalizada, baseada na experiência concreta e no protagonismo discente. Ao integrar práticas inovadoras e tecnologias emergentes, a RA amplia a capacidade de abstração, estimula a reflexão e favorece o desenvolvimento de competências cognitivas e visuais avançadas.



Assim, a RA consolida-se como um recurso tecno-humanizado que responde aos desafios apontados pela BNCC (2018) para o ensino da geometria espacial, possibilitando um aprendizado mais ativo, visual e contextualizado, um avanço essencial na superação das limitações impostas pelas abordagens tradicionais.

Engajamento e Motivação

Os estudos reunidos nesta categoria destacam o potencial da Realidade Aumentada (RA) para transformar a experiência de aprendizagem ao criar ambientes imersivos, interativos e responsivos, que favorecem o protagonismo estudantil e reduzem a ansiedade matemática. Tais benefícios se articulam às competências gerais da Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018) e à concepção do Neoprofessor como agente de inovação e mediador de processos motivacionais autônomos (Bresolin, 2025).

A literatura analisada demonstra de forma consistente que a RA desperta interesse, prazer e envolvimento afetivo-cognitivo no estudo da geometria. Cunha et al. (2024) e Nadzeri et al. (2023) evidenciam que seu uso reduz a ansiedade matemática, estimula a autoconfiança e aumenta o entusiasmo dos estudantes. Em perspectiva complementar, Su et al. (2022) descrevem a vivência de “fluxo”, um estado de concentração prazerosa e contínua, durante a exploração de sólidos geométricos em ambientes digitais, enquanto Amir et al. (2020) apontam que a RA é percebida como motivadora por alunos com diferentes níveis de habilidade espacial, reforçando seu potencial inclusivo.

Embora o estudo de Dogruer (2022) não trate diretamente da RA, ele evidencia que a eficácia de tecnologias digitais no ensino da geometria depende da mediação docente e da interação entre pares. Experiências remotas sem diálogo e cooperação enfraquecem o engajamento, reforçando que o potencial transformador da RA só se concretiza quando integrada a projetos pedagógicos colaborativos e dialógicos.

Essas evidências convergem para a compreensão de que o uso pedagógico da RA, quando fundamentado em práticas críticas e humanizadoras, rompe o ciclo de desinteresse e desmotivação frequentemente associado à matemática. Ao criar experiências significativas, socialmente interativas e personalizadas, a RA favorece a curiosidade, a persistência e o protagonismo, promovendo não apenas o aprendizado de conteúdos, mas também o desenvolvimento de competências socioemocionais, como autoestima, autonomia e prazer em aprender, essenciais à formação integral do estudante.

Inclusão e Acessibilidade

Nesta categoria, a Realidade Aumentada (RA) é analisada como ferramenta de equidade educacional, capaz de promover acessibilidade a estudantes com deficiências visuais, cognitivas ou outras necessidades específicas. Ao integrar recursos visuais, sonoros e táteis em experiências interativas, a RA possibilita adaptações pedagógicas



personalizadas, alinhadas às diretrizes inclusivas da Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018).

Embora ainda haja poucos estudos voltados explicitamente à inclusão, as evidências disponíveis indicam alto potencial da RA para atender à diversidade de perfis, ritmos e estilos de aprendizagem. Adha et al. (2024) demonstram que o uso da RA em contextos culturais locais, como o turismo educativo, favorece o reconhecimento das identidades socioculturais dos alunos, tornando o aprendizado mais contextualizado. Já Amir et al. (2020) evidenciam que ambientes digitais com RA beneficiam estudantes com diferentes níveis de habilidade espacial, permitindo ajustar a complexidade das tarefas e o ritmo de exploração conforme as necessidades individuais.

Essas experiências reforçam a convergência entre os princípios da BNCC (2018) e a ética da personalização proposta pela Neoaprendizagem (Bresolin, 2025), na qual a diversidade é compreendida como riqueza epistemológica e não como limitação. A RA, nessa perspectiva, transcende o *status* de ferramenta tecnológica para atuar como mediação tecno-humanizada, garantindo que todos os estudantes, independentemente de suas condições cognitivas, sociais ou culturais, tenham acesso a experiências de aprendizagem significativas, engajadoras e contextualizadas.

Ao possibilitar a customização de recursos, a valorização de realidades locais e a adaptação às singularidades dos sujeitos, a RA consolida-se como instrumento pedagógico de inclusão, contribuindo para a construção de uma escola mais democrática, equitativa e centrada no desenvolvimento integral do estudante.

Integração Curricular e Tecnologias da Informação e Comunicação

Esta categoria evidencia o papel da Realidade Aumentada (RA) como tecnologia educativa que, quando integrada criticamente ao currículo, amplia as possibilidades pedagógicas, promove o desenvolvimento de competências digitais e favorece a interdisciplinaridade. Em consonância com a Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018), que orienta o uso ético, crítico e criativo das TIC, a RA estimula habilidades como pensamento computacional, criatividade e resolução de problemas, reforçando o protagonismo discente e o papel ativo do professor como mediador do processo.

Os estudos de Wu et al. (2024) e Pahmi et al. (2023) apontam que o impacto transformador da RA depende de uma implementação planejada e intencional, articulada aos objetivos de aprendizagem e não restrita ao fascínio tecnológico. Pesquisas de Haas et al. (2023), Nadzeri et al. (2023) e Yuan et al. (2023) ressaltam que, embora a RA ofereça oportunidades inovadoras, ainda enfrenta obstáculos relacionados à desigualdade de acesso, à falta de suporte técnico e à carência de formação docente continuada, desafios especialmente evidentes em escolas públicas.

Essas limitações dialogam com a análise de Soares (2004), segundo a qual os indicadores educacionais brasileiros frequentemente mascaram desigualdades estruturais de ordem social, regional e racial. Essa leitura permanece atual e se reflete em contextos



como o de Florianópolis, onde as variações nos índices de qualidade demandam por políticas educacionais focalizadas. O Plano Municipal de Educação (2015–2025) prevê metas para reduzir desigualdades e fortalecer a gestão democrática, metas que podem ser potencializadas pela integração da RA, desde que sustentadas por formação docente crítica e por projetos pedagógicos consistentes (Florianópolis, 2016).

Nesse contexto, o Neoprofessor (Bresolin, 2025) emerge como figura central: um educador com competência digital, discernimento pedagógico e sensibilidade social para planejar, mediar e avaliar o uso da RA em consonância com as necessidades reais da comunidade escolar.

Em síntese, a integração curricular da RA representa uma estratégia promissora para alinhar inovação tecnológica, equidade e qualidade educativa. Quando implementada de forma colaborativa e reflexiva, ela contribui para o desenvolvimento das competências gerais e específicas da Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018) preparando os estudantes para os desafios cognitivos, sociais e éticos da contemporaneidade.

Por fim, ressalta-se a necessidade de novos estudos empíricos que analisem de forma longitudinal os impactos da RA em contextos reais de sala de aula, especialmente no Ensino Fundamental público brasileiro. Pesquisas futuras podem explorar indicadores de aprendizagem, engajamento e inclusão, bem como propor modelos híbridos de formação docente voltados à incorporação crítica e sustentável dessa tecnologia nos currículos escolares.

Considerações Finais

Esta revisão integrativa sobre o uso da Realidade Aumentada (RA) no ensino da geometria espacial em escolas públicas evidencia seu potencial transformador como recurso pedagógico inovador, equitativo e alinhado à BNCC (2018) e à Neoaprendizagem (Bresolin, 2025). A análise dos 11 artigos selecionados demonstra que a RA vai além de um adereço tecnológico, respondendo a entraves da educação matemática, como dificuldades de abstração, desigualdade de recursos e lacunas na formação docente.

A RA favorece a visualização e manipulação de sólidos tridimensionais, reduzindo a carga cognitiva e promovendo compreensão de propriedades espaciais complexas (Wu et al., 2024; Tarnq et al., 2024). Além disso, impacta positivamente o engajamento afetivo, diminuindo a ansiedade matemática e ampliando o interesse pelo conteúdo (Pahmi et al., 2023; Nadzeri et al., 2023), alinhando-se à aprendizagem significativa, personalizada e experiencial.

O estudo propõe que a RA funcione como instrumento de equidade cognitiva, afetiva e estrutural, especialmente em contextos vulneráveis, sugerindo práticas pedagógicas contextualizadas, com tecnologias acessíveis e formação docente colaborativa. Entretanto, sua eficácia depende de infraestrutura adequada, formação continuada e atuação de docentes como mediadores éticos e competentes digitalmente, conforme o conceito de Neoprofessor (Bresolin, 2025).



Diante disso, este trabalho propõe três encaminhamentos complementares:

1. Para a gestão educacional local: incorporar a RA nos planos pedagógicos de redes públicas, com ações articuladas a metas de equidade e parcerias com universidades públicas, como a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), para desenvolvimento e testagem de aplicativos educacionais acessíveis.
2. Para a prática docente: adotar ferramentas de autodiagnóstico de competências digitais e iniciar o uso da RA em tópicos prioritários do currículo, como frações, sólidos geométricos e transformações espaciais.
3. Para a pesquisa acadêmica: fomentar estudos de caso em escolas com diferentes Índices de Desenvolvimento Humano (IDH), com foco na avaliação dos efeitos da RA na aprendizagem matemática e nas condições de implementação em territórios periféricos.

É importante destacar, como limitação deste estudo, a ausência de dados atualizados no QEdU (2023) para análises mais profundas sobre o desempenho geométrico em Florianópolis. Essa lacuna reforça a urgência de investimentos não apenas em tecnologia e formação, mas também em sistemas públicos de monitoramento educacional atualizados e transparentes, que subsidiem políticas baseadas em evidências.

Apesar das limitações, os achados indicam que a Realidade Aumentada (RA) pode transformar o ensino da geometria em experiências mais significativas, inclusivas e engajadoras. Sua implementação deve ser parte de uma agenda mais ampla de equidade educacional, formação crítica de professores e fortalecimento de políticas públicas, reconhecendo desafios estruturais persistentes no sistema educacional brasileiro (Soares, 2004; Gatti, 2019).

Referências

ADHA, Idul; ZULKARDI; PUTRI, Ratu Ilma Indra; SOMAKIM. When designer meets local culture: The promising learning trajectory on the surface area of polyhedron. **Journal on Mathematics Education**, v. 15, n. 3, p. 945–960, 2024. Disponível em <<https://doi.org/10.22342/jme.v15i3.pp945-960>>.

AMIR, Mohammad Faizal; FEDIYANTO, Niko; RUDYANTO, Hendra Erik; NUR AFIFAH, Dian Septi; TORTOP, Hasan Said. Elementary students' perceptions of 3Dmetric: A cross-sectional study. **Heliyon**, v. 6, n. 6, p. e04052, 2020. Disponível em <<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04052>>.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977. 229 p.

BOTELHO, L.; CUNHA, C.; Macedo, M. O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. **Gestão e Sociedade**, Belo Horizonte, v. 5, n. 11, p. 121-136, 2011. Disponível em <<https://doi.org/10.21171/ges.v5i11.1220>>.



BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em <<https://basenacionalcomum.mec.gov.br/>>.

BRAUN, Virginia; Clarke, Victoria. Using thematic analysis in psychology. **Qualitative Research in Psychology**, 3(2), 77-101. 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>.

BRESOLIN, Graziela Grando. **Autoavaliação da maturidade de competências do Neoprofessor**: uma ferramenta para a transformação da educação superior à luz da Neoaprendizagem. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, Florianópolis, 2025. Disponível em <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/266052>>.

BRESOLIN, Graziela Grando; FREIRE, Patrícia de Sá. As competências do Neoprofessor: uma perspectiva experiencial e expansiva. **#Tear**, v. 13, n. 2, 2024. Disponível em <<https://doi.org/10.35819/tear.v13.n2.a7466>>.

CUNHA, Carlos R.; MOREIRA, André; COELHO, Sílvia; MENDONÇA, Vítor; GOMES, João Pedro. Converging extended reality and Machine Learning to improve the lecturing of geometry in basic education. **Journal of Engineering Research**, 2024. Disponível em <<https://doi.org/10.1016/j.jer.2024.10.016>>. Acesso em 14 jul. 2025.

DOGRUER, Sule Sahin. At school or home? Eight graders' first practices with online geometry lessons. **Turkish Online Journal of Distance Education**, v. 24, n. 1, p. 220–233, 2023. Disponível em <<https://doi.org/10.17718/tojde.953261>>.

DOWNES, Stephen. Connectivism and Connective Knowledge: Essays on meaning and learning networks. **National Research Council Canada**, 2012. Disponível em <https://www.oerknowledgecloud.org/archive/Connective_Knowledge-19May2012.pdf>.

FLORIANÓPOLIS. **Lei Complementar n.º 546, de 12/01/2016**. Formaliza o Plano Municipal de Educação. Florianópolis: Câmara Municipal, 2016.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GATTI, B. A. **Formação de professores**: condições e problemas atuais. Revista Brasileira de Formação de Professores, v. 1, n. 2, p. 90-102, 2019. Disponível em <<https://periodicoscientificos.itp.ifsp.edu.br/index.php/rifp/article/download/716/345>>.

HAAS, Ben; LAVICZA, Zsolt; KREIS, Yves. Parent's experience in remote learning during COVID-19 with digital and physical mathematical modelling. **Research and Practice in Technology Enhanced Learning**, v. 18, p. 013, 2022. Disponível em <<https://doi.org/10.58459/rptel.2023.18013>>.



KAMII, Constance; RABIOGLIO, Marta; MACHADO, Nilson José. Os algoritmos devem ser ensinados. **Pátio**, v. 11, n. 41, p. 48–51, 2007. Disponível em <<https://repositorio.usp.br/item/001615621>>.

LIBÂNEO, J. C. **Adeus professor, adeus professora?** Novas exigências educacionais e profissão docente. São Paulo: Cortez, 2002. Disponível em <https://www.recursosdefisica.com.br/files/livro_libaneo___adeus_professor_adeus_professora_k.pdf>.

NADZERI, Mohamad Basri; MUSA, Muzirah; CHEW, Cheng Meng; ISMAIL, Irwan Mahazir. Teachers' perspectives on the development of augmented reality application in geometry topic for elementary school. **International Journal of Interactive Mobile Technologies**, v. 17, n. 15, p. 38–52, 2023. Disponível em <<https://doi.org/10.3991/ijim.v17i15.40097>>.

PAHMI, Samsul; HENDRIYANTO, Agus; SAHARA, Sani; MUHAIMIN, Lukman Hakim; KUNCORO, Krida Singgih; USODO, Budi. Assessing the influence of augmented reality in mathematics education: A systematic literature review. **International Journal of Learning, Teaching and Educational Research**, v. 22, n. 5, p. 1–25, 2023. Disponível em <<https://doi.org/10.26803/ijlter.22.5.1>>.

QEDU. **Aprendizado adequado em matemática no 5º ano do Ensino Fundamental – Rede pública – Florianópolis.** QEDU, 2023. Disponível em: <<http://cdn.novo.qedu.org.br/municipio/4205407-florianopolis/aprendizado>>.

SAVIANI, D. **Educação brasileira: estrutura e sistema.** 10. ed. Campinas: Autores Associados, 2008. Disponível em <<https://www.scielo.br/j/tes/a/LVvKxRZdYczChk9qcxCdNFG/?format=pdf&lang=pt>>.

SOARES, José F. Qualidade e equidade na educação básica brasileira: a evidência do SAEB. **Educação e Sociedade**, v. 25, n. 88, p. 873-890, 2004. Disponível em: <https://digitalcommons.usf.edu/usf_EPAA/482/>.

SU, Yu-Sheng; CHENG, Hung-Wei; LAI, Chin-Feng. Study of virtual reality immersive technology enhanced mathematics geometry learning. **Frontiers in Psychology**, v. 13, p. 760418, 2022. Disponível em <<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.760418>>.

TARNG, Wernhuar; HUANG, Jen-Kai; OU, Kuo-Liang. Improving elementary students' geometric understanding through augmented reality and its performance evaluation. **Systems**, v. 12, n. 11, p. 493, 2024. Disponível em <<https://doi.org/10.3390/systems12110493>>.

TORRACO, R. J. Writing integrative literature reviews: Guidelines and examples. **Human Resource Development Review**, v. 4, n. 3, p. 356–367, 2005. Disponível em <<https://doi.org/10.1177/1534484305278283>>.

WU, Juan; JIANG, Huiting; LONG, Lifei; ZHANG, Xueying. Effects of AR mathematical picture books on primary school students' geometric thinking, cognitive load and flow



experience. **Education and Information Technologies**. 2024. Disponível em <<https://doi.org/10.1007/s10639-024-12768-y>>.

YUAN, Zhiqiang; LIU, Jing; DENG, Xi; DING, Tianzi; WIJAYA, Tommy Tanu. Facilitating conditions as the biggest factor influencing elementary school teachers' usage behavior of dynamic mathematics software in China. **Mathematics**, v. 11, n. 6, p. 1536, 2023. Disponível em <<https://doi.org/10.3390/math11061536>>.

Notas de autoria

Patrícia de Sá Freire é Doutora pelo Programa de Pós-Graduação de Engenharia, Gestão e Mídia do Conhecimento pela Universidade Federal de Santa Catarina (PPEGC/UFSC). É Professora e Pesquisadora no Departamento de Engenharia do Conhecimento e no Departamento de Administração da mesma instituição.

Contato: patriciadesafreire@gmail.com

Currículo lattes: <http://lattes.cnpq.br/0512122110804047>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9259-682X>

Rita Lucia Bellato é Doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação de Engenharia, Gestão e Mídia do Conhecimento pela Universidade Federal de Santa Catarina (PPEGC/UFSC). É servidora pública federal na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Contato: rita.lucia@ufsc.br

Currículo lattes: <http://lattes.cnpq.br/2595117429195778>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7253-4720>

Bernardo Bellato Bieger é Graduando em Psicologia pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Contato: be.bellato.bieger@gmail.com

Currículo lattes: <http://lattes.cnpq.br/7827610202871070>

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-1563-5007>

Como citar esse artigo de acordo com as normas da ABNT

FREIRE, Patrícia de Sá; BELLATO, Rita Lucia; BIEGER, Bernardo Bellato. Realidade aumentada no ensino de geometria: inovação e equidade em escolas públicas. **Sobre Tudo**, Florianópolis, v. 17, n. 1, p. 191-207, 2026.

Financiamento

CAPES

Consentimento de uso de imagem

Não se aplica.

Aprovação de comitê de ética em pesquisa

Não se aplica.

Licença de uso

Os/as autores/as cedem à Revista Sobre Tudo os direitos exclusivos de primeira publicação, com o trabalho simultaneamente licenciado sob a Licença Creative Commons



Attribution (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que terceiros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial neste periódico. Os autores têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada neste periódico (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial neste periódico.

Publisher

Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Ciências da Educação. Colégio de Aplicação. Publicação na página da Revista Sobre Tudo. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus/suas autores/as, não representando, necessariamente, a opinião dos/as editores/as ou da universidade.

Histórico

Recebido em: 05/10/2025

Aprovado em: 24/03/2026

Publicado em: 10/06/2026

