

Realidade Aumentada, Geometria e Pensamento Computacional nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental: Um Mapeamento Sistemático

Cátia da Cunha Carnevalli de Castro^{1,2}, Liamara Scortegagna^{1,2},
Ronney Moreira de Castro^{1,2}, Tadeu Moreira de Classe³,
Eduardo Barrére^{1,2}, José Maria David^{1,2}

¹ Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)
Juiz de Fora – MG – Brasil

² Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática (PPGEM)
Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)
Juiz de Fora – MG – Brasil

³ Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO)
Rio de Janeiro – RJ – Brasil

ccarnevalli@gmail.com, liamara.scortegagna@ufjf.br,
ronney.castro@ufjf.br, tadeu.classe@uniriotec.br,
eduardo.barrere@ufjf.br, jose.david@ufjf.br

Abstract. *This paper presents a Systematic Literature Mapping on the use of Augmented Reality in Geometry education in the early years of Elementary School, focusing on its contributions to the learning of geometric concepts and the development of Computational Thinking. The study examines how the literature integrates these topics by analyzing teaching approaches, technologies employed, application contexts, and reported educational outcomes. Methodologically, the research follows the procedures of a Systematic Literature Mapping, including the definition of the research question, the development of the search string, the application of inclusion and exclusion criteria, and the categorization of the selected studies. The results identify research trends, gaps, and pedagogical opportunities for the use of Augmented Reality in the context of Computers in Education.*

Resumo. *Este artigo apresenta um Mapeamento Sistemático da Literatura sobre o uso da Realidade Aumentada no ensino de Geometria nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, com foco em suas contribuições para a aprendizagem de conceitos geométricos e para o desenvolvimento do Pensamento Computacional. O estudo analisa como a literatura articula esses temas, considerando abordagens didáticas, tecnologias empregadas, contextos de aplicação e resultados educacionais. Metodologicamente, foram adotados os procedimentos de um Mapeamento Sistemático da Literatura, incluindo definição da questão de pesquisa, elaboração da string de busca, aplicação de critérios de inclusão e exclusão e categorização dos estudos selecionados. Os resultados permitem identificar tendências, lacunas e possibilidades pedagógicas para o uso da Realidade Aumentada no contexto da Informática na Educação.*

1. Introdução

A crescente inserção das tecnologias digitais na educação tem promovido transformações nas práticas pedagógicas e nos processos de ensino e aprendizagem, especialmente na

Educação Básica [Valente 2019]. Nesse contexto, a Realidade Aumentada (RA) destaca-se por possibilitar a sobreposição de elementos virtuais ao ambiente real, favorecendo experiências mais interativas, imersivas e significativas [Garzón e Acevedo 2019].

No campo da Educação Matemática, particularmente no ensino de Geometria, a RA apresenta potencial para auxiliar na visualização de formas geométricas espaciais, contribuindo para o desenvolvimento da percepção espacial, da abstração e da compreensão de conceitos considerados complexos pelos estudantes [Kaufmann e Schmalstieg 2002]. Paralelamente, o Pensamento Computacional (PC), difundido por Wing (2006), refere-se a habilidades relacionadas à resolução de problemas, envolvendo decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e construção de algoritmos [Wing 2006]. A BNCC Computação reforça a relevância dessas competências no contexto educacional contemporâneo [MEC 2022].

Pesquisas recentes apontam aproximações entre Geometria e Pensamento Computacional, especialmente pela mobilização do raciocínio lógico, da visualização espacial e da resolução de problemas [Weintrop et al. 2016]. Assim, a integração entre RA, Geometria e PC configura-se como uma possibilidade promissora para o desenvolvimento de práticas pedagógicas mais investigativas e alinhadas às demandas atuais da educação.

Diante desse cenário, este artigo apresenta um Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL) com o objetivo de investigar como a Realidade Aumentada tem sido utilizada no ensino de Geometria nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, bem como suas contribuições para a aprendizagem geométrica e para o desenvolvimento do Pensamento Computacional. Espera-se que os resultados contribuam para ampliar o conhecimento científico sobre a articulação entre essas áreas e subsidiem futuras práticas pedagógicas e pesquisas em Educação Matemática e Informática na Educação.

Assim, este artigo está organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta os conceitos fundamentais relacionados ao Pensamento Computacional, à Realidade Aumentada, ao ensino de Geometria e às interconexões entre essas áreas. A Seção 3 descreve o método utilizado no Mapeamento Sistemático da Literatura, incluindo o protocolo de pesquisa, critérios de seleção e estratégias de busca. A Seção 4 apresenta os resultados obtidos e a análise dos estudos selecionados, contemplando as questões secundárias da pesquisa, além de discutir os principais achados e implicações pedagógicas identificadas. Por fim, a Seção 5 apresenta as considerações finais e possibilidades para trabalhos futuros.

2. Conceitos Fundamentais

2.1. Pensamento Computacional (PC)

O Pensamento Computacional (PC), difundido por Jeannette Wing a partir dos anos 2000, refere-se a habilidades relacionadas à resolução de problemas, envolvendo raciocínio lógico, decomposição, abstração, reconhecimento de padrões e construção de algoritmos [Wing 2006]. Apesar de amplamente discutido na educação, ainda não existe uma definição única para o conceito. Para Brackmann et al. [Brackmann et al. 2017], o PC pode ser entendido como a capacidade de utilizar fundamentos da Computação para resolver problemas de maneira estruturada, individualmente ou em grupo.

Nesse contexto, o PC é considerado uma competência fundamental para a educação contemporânea, podendo ser aplicado em diferentes áreas do conhecimento e contribuindo para o desenvolvimento de habilidades como criatividade, resolução de problemas e trabalho colaborativo [Wing 2006]. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) Computação [2022] reconhece sua importância ao destacar que conteúdos matemáticos, especialmente da

Geometria, favorecem o desenvolvimento dessas competências ao exigir diferentes formas de representação e interpretação de situações-problema [MEC 2022].

Além disso, a BNCC Computação enfatiza o uso dos princípios da Computação na Educação Básica para identificação de problemas e desenvolvimento de soluções computacionais, valorizando habilidades como lógica, abstração e modelagem [MEC 2022]. Dessa forma, o desenvolvimento do PC torna-se estratégico para preparar estudantes para os desafios de uma sociedade cada vez mais tecnológica e digital [Freitas et al. 2025].

2.2. Realidade Aumentada

A Realidade Aumentada tem sua origem relacionada aos avanços da computação gráfica, realidade virtual e interfaces digitais ao longo do século XX. Um dos primeiros marcos ocorreu em 1968, quando Ivan Sutherland desenvolveu o sistema *The Sword of Damocles*, considerado precursor das tecnologias de RA e Realidade Virtual [Sutherland 1968].

O termo “*Augmented Reality*” foi formalizado em 1992 por Tom Caudell e David Mizell, pesquisadores da Boeing, ao criarem um sistema que projetava informações digitais sobre superfícies reais para auxiliar processos industriais [Thomas e David 1992]. Posteriormente, Azuma [1997] consolidou uma das principais definições da área, caracterizando a RA pela combinação entre elementos reais e virtuais, interação em tempo real e alinhamento tridimensional.

A partir dos anos 2000, com a popularização de computadores, *smartphones* e dispositivos móveis, a RA expandiu-se para diversas áreas, incluindo a educação [Azuma 1997]. No contexto educacional, passou a ser utilizada para favorecer a visualização de conteúdos abstratos, especialmente em áreas como Matemática e Geometria, promovendo experiências mais interativas e imersivas [Bacich e Moran 2018]. Atualmente, a RA é considerada uma tecnologia promissora para apoiar metodologias ativas e tornar a aprendizagem mais significativa.

2.3. Ensino de Geometria

O ensino de Geometria nos anos iniciais do Ensino Fundamental ainda representa um desafio no contexto educacional brasileiro, pois historicamente os conteúdos geométricos ocuparam um espaço secundário no currículo de Matemática [d’AMBRÓSIO 2007]. Como consequência, muitos estudantes apresentam dificuldades relacionadas à percepção espacial, interpretação de figuras e compreensão de conceitos geométricos.

Entre os principais problemas observados estão práticas pedagógicas tradicionais, centradas na memorização de fórmulas e nomenclaturas, sem favorecer a compreensão significativa dos conceitos [Lorenzato 1995]. Além disso, muitos professores apresentam insegurança no ensino de Geometria devido à pouca ênfase dada ao tema em sua formação inicial e continuada.

Outro fator relevante é o uso limitado de materiais manipuláveis, recursos visuais e tecnologias educacionais. Nos anos iniciais, as crianças necessitam de experiências concretas e interativas para compreender formas, posições e relações espaciais [Piaget e Inhelder 1993]. Nesse sentido, pesquisadores defendem metodologias mais investigativas e interativas, com uso de tecnologias digitais, jogos e Realidade Aumentada, capazes de favorecer a visualização espacial e tornar a aprendizagem mais significativa [Bacich e Moran 2018].

Portanto, superar as dificuldades no ensino de Geometria exige investimentos na formação docente e na adoção de estratégias pedagógicas que promovam maior participação, experimentação e compreensão dos conceitos geométricos pelos estudantes.

2.4. Interconexão Entre os Conceitos

A Realidade Aumentada, é um recurso tecnológico que tem se destacado no âmbito educacional, demonstrando que cada vez mais se faz necessário o uso de tecnologia na educação. Nos anos iniciais do Ensino Fundamental tem se mostrado uma importante possibilidade pedagógica para potencializar o processo de ensino e aprendizagem, especialmente no contexto da Educação Matemática. Em uma fase em que os estudantes ainda estão desenvolvendo capacidades relacionadas à abstração, à percepção espacial e à construção de conceitos formais, a RA pode atuar como mediadora entre o concreto e o abstrato, permitindo que objetos, formas e situações matemáticas sejam visualizados e manipulados de maneira dinâmica, interativa e contextualizada [De Pádua 2009]. Nesse sentido, a tecnologia favorece experiências mais significativas, aproximando os conteúdos escolares da realidade dos estudantes e ampliando as possibilidades de exploração dos conceitos.

No ensino de Geometria, por exemplo, a Realidade Aumentada contribui para a visualização de figuras tridimensionais, relações espaciais, propriedades geométricas e transformações que, muitas vezes, são de difícil compreensão apenas por meio de representações bidimensionais presentes em livros didáticos [Souza 2006]. Ao possibilitar que os estudantes manipulem objetos virtuais em tempo real, a RA estimula processos cognitivos importantes, como observação, comparação, reconhecimento de padrões e formulação de hipóteses, favorecendo a construção ativa do conhecimento matemático. Além disso, o caráter interativo da tecnologia tende a aumentar o engajamento, a motivação e a participação dos alunos nas atividades propostas.

Outro aspecto relevante refere-se à articulação entre a Realidade Aumentada e o desenvolvimento do Pensamento Computacional. Ao interagir com ambientes digitais e resolver desafios mediados por tecnologias, os estudantes podem mobilizar habilidades como decomposição de problemas, abstração, reconhecimento de padrões, raciocínio lógico e construção de estratégias para resolução de situações-problema. Dessa forma, a RA deixa de ser apenas um recurso visual e passa a constituir uma ferramenta pedagógica capaz de favorecer práticas investigativas, aprendizagem ativa e desenvolvimento de competências essenciais para a formação contemporânea [Billinghurst e Duenser 2012].

Além disso, o uso da Realidade Aumentada nos anos iniciais dialoga com perspectivas educacionais que valorizam o protagonismo discente, a aprendizagem significativa e a integração das tecnologias digitais ao currículo escolar. Entretanto, para que seu potencial pedagógico seja efetivamente explorado, é necessário que o uso da tecnologia esteja associado a intencionalidade didática, planejamento pedagógico e formação docente adequada [Bacich e Moran 2018]. A simples inserção da tecnologia em sala de aula não garante melhorias na aprendizagem; é fundamental que a RA seja integrada a propostas metodológicas que promovam reflexão, experimentação e construção coletiva do conhecimento. Portanto, a Realidade Aumentada representa uma importante possibilidade para inovar o ensino nos anos iniciais do Ensino Fundamental, especialmente no ensino de Geometria. Sua utilização pode contribuir para tornar a aprendizagem mais concreta, visual, interativa e significativa, além de favorecer o desenvolvimento de habilidades cognitivas e computacionais importantes para a formação dos estudantes na sociedade contemporânea.

3. Estudo em Mapeamento Sistemático

3.1. Método de Execução (Protocolo)

Com o objetivo de investigar a questão de pesquisa proposta, este trabalho adotou o método de Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL), fundamentado nas diretrizes

SEGRESS (*Software Engineering Guidelines for REporting Secondary Studies*) propostas por [Kitchenham et al. 2023]. Essas diretrizes estruturam os estudos secundários em três grandes etapas: i) método; ii) execução; e iii) discussão. A adoção de uma abordagem sistemática e rigorosa para o planejamento, condução e reporte do estudo possibilita identificar, avaliar e interpretar evidências científicas de forma organizada, transparente e replicável, contribuindo para a confiabilidade e reprodutibilidade dos resultados obtidos.

O protocolo metodológico do MSL compreende o planejamento detalhado das etapas necessárias à condução da pesquisa. Nesse sentido, o protocolo definido para este estudo contemplou: i) definição dos objetivos da pesquisa; ii) elaboração das questões de pesquisa; iii) estabelecimento dos critérios de inclusão e exclusão dos estudos; iv) definição da estratégia de busca; v) seleção das bases de dados científicas; e vi) definição das etapas de execução do mapeamento sistemático.

A questão de pesquisa (QP) *“Como o uso da Realidade Aumentada no ensino de Geometria nos anos iniciais do Ensino Fundamental, por meio de uma proposta didática, contribui para a aprendizagem de conceitos geométricos e como, a partir da mobilização desses conceitos, favorece o desenvolvimento do Pensamento Computacional? Além disso, quais implicações pedagógicas podem ser identificadas para a prática docente?”*.

Com base na questão de pesquisa, a estratégia para a **definição do objetivo** do estudo foi formulada seguindo a abordagem GQM (*Goal-Question-Metric*), sendo: **analisar** estudos e propostas didáticas; **com propósito de** investigar o uso da Realidade Aumentada no ensino de Geometria; **com relação a** aprendizagem de conceitos geométricos e ao desenvolvimento do Pensamento Computacional; **do ponto de vista de** pesquisadores e docentes; **no contexto dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental e da Informática na Educação**.

A partir da definição, foram elencadas 3 **questões secundárias de pesquisa (QS)**:

- QS-1:** Quais tecnologias, plataformas ou ferramentas de Realidade Aumentada têm sido utilizadas no ensino de Geometria nos anos iniciais do Ensino Fundamental?
- QS-2:** Quais conceitos geométricos são abordados nas propostas educacionais que utilizam Realidade Aumentada?
- QS-3:** De que forma o Pensamento Computacional é explorado ou desenvolvido nas propostas que articulam Realidade Aumentada e Geometria?

As buscas realizadas nas bases de dados científicas tendem a retornar uma quantidade significativa e heterogênea de estudos, mesmo quando se utiliza uma estratégia de busca estruturada. Nesse contexto, torna-se fundamental estabelecer critérios de seleção coerentes com os objetivos da pesquisa, de modo a possibilitar a filtragem e seleção dos estudos mais relevantes para a investigação. Assim, a Tabela 1 apresenta os critérios de inclusão (CI) e os de exclusão (CE) adotados nas etapas de análise e seleção dos estudos primários deste Mapeamento Sistemático da Literatura.

Após a definição dos objetivos da pesquisa, das questões de investigação e dos critérios de seleção, tornou-se possível estruturar a estratégia de busca do estudo. Em conformidade com as diretrizes SEGRESS, este Mapeamento Sistemático da Literatura adotou uma estratégia de construção da *string* de busca baseada no agrupamento de palavras-chave associadas ao tema investigado e na utilização de operadores lógicos booleanos, visando ampliar a precisão e a abrangência das buscas realizadas nas bases de dados científicas. A partir dessa definição metodológica, foi elaborada seguinte *string* de busca:

(“Augmented Reality”) AND (“Geometry” OR “Mathematics Education”) AND (“Computational Thinking”) AND (“Elementary School” OR “Primary School”)

Tabela 1. Critérios de seleção

	Critério
CI1	Estudos que abordem o uso de Realidade Aumentada na educação
CI2	Estudos que relacionem a Realidade Aumentada ao ensino de Geometria
CI3	Estudos que apresentem discussão sobre Pensamento Computacional (explícita ou implícita)
CI4	Estudos que envolvam a Educação Básica , preferencialmente os Anos Iniciais do Ensino Fundamental
CI5	Estudos que sejam artigos científicos
CI6	Estudos que sejam trabalhos completos publicados em eventos científicos
CI7	Estudos empíricos ou teóricos relevantes para a temática investigada
CI8	Estudos disponíveis em texto completo
CI9	Estudos publicados no período de 2003 a 2026
CE1	Estudos que não tratem de contexto educacional
CE2	Estudos que abordem Realidade Aumentada apenas sob perspectiva técnica, sem aplicação pedagógica
CE3	Estudos que não apresentem relação com o ensino de Geometria
CE4	Estudos que não dialoguem com desenvolvimento cognitivo ou aprendizagem
CE5	Estudos que sejam prefácio, livros, capítulos de livros, resumos, pôsteres, painéis, palestras, simpósios, conferências, <i>keynotes</i> , tutoriais, editoriais ou demonstrações
CE6	Estudos que sejam revisões não sistemáticas, quando não contribuírem teoricamente
CE7	Estudos duplicados entre as bases de dados
CE8	Estudos que não estejam disponíveis integralmente

Para cada base de dados adotada, as adaptações sintáticas foram realizadas para atender aos motores de busca. Além disso, considerando sua ampla utilização em estudos na área da Educação, foram definidas as seguintes bases para este trabalho: *ACM Digital Library*, *EI Compendex*, *IEEE Xplore Digital Library*, *Web of Science*, *Scopus*, *Scielo* e *SOL SBC*.

O Mapeamento Sistemático da Literatura foi estruturado em quatro etapas principais. A primeira etapa, denominada busca, consistiu na realização das pesquisas nas bases de dados selecionadas e na remoção de estudos duplicados. Em seguida, na etapa de pré-seleção, foi realizada uma análise sintática e lógica da presença dos termos da *string* de busca nos campos de título, resumo e palavras-chave dos estudos recuperados, caracterizando uma etapa automatizada de filtragem inicial. A terceira etapa, denominada seleção, envolveu a leitura dos títulos, resumos e palavras-chave, aplicando-se os critérios de inclusão e exclusão definidos no protocolo da pesquisa. Por fim, na etapa de aceitação, realizou-se a leitura completa dos estudos selecionados, seguida da aplicação final dos critérios de seleção e da extração das informações necessárias para responder às questões de pesquisa propostas.

Como apoio ferramental para a execução do MSL, foi utilizado o sistema *Parsif.al*¹, para organização do planejamento, organização de referências e remoção de trabalhos duplicados. Para a pré-seleção e seleção utilizou-se o *Google Sheets* para apoio a análise dos estudos e avaliação por pares.

4. Resultados

Iniciou-se as buscas por artigos nas bases citadas no mês de março do corrente ano, resultando em um total de 181 estudos (Tabela 2 - Etapa 1 - Qtde.). Dentre os artigos, 6 foram removidos por estarem duplicados (Tabela 2 - Etapa 1 - Duplicados)), resultando em 175 estudos (Tabela 2 - Etapa 2 - Qtde.). Na pré-seleção, 140 estudos (Tabela 2 - Etapa 2, Removidos) foram removidos por não apresentarem alguns dos termos do grupo de *string* de busca no título, resumo ou palavras-chave, restando 35 artigos (Tabela 2 - Etapa 3, Restante). Na Etapa 3 Seleção, 13 estudos não cumpriram os critérios de seleção, portanto, foram removidos (Tabela 2 - Etapa 3 - Removido), ficando 22 estudos para a última etapa. Dos 22 estudos restantes para a etapa de Aceitação, dois foram removidos de acordo com o critério de exclusão: “Estudos

¹<https://parsif.al/>

que não dialoguem com desenvolvimento cognitivo ou aprendizagem”. Por fim, 20 estudos foram considerados aptos para extração de informações para responder as questões proposta neste trabalho (2 - Etapa 4, Aceitos).

Tabela 2. Processo de seleção de estudos primários

Base	Etapa 1 Busca		Etapa 2 Pré-Seleção		Etapa 3 Seleção		Etapa 4 Aceitação		
	Qtde.	Duplicados	Restante	Removido	Restante	Removido	Restante	Removido	Aceitos
Biblioteca Digital da ACM	122	0	122	119	3	3	0	0	0
O Compêndio	4	2	2	1	1	0	1	0	1
IEEE Xplore	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SOL SBC	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SciELO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Scopus	5	4	1	1	0	0	0	0	0
Web of Science	50	0	50	19	31	10	21	2	19
Total	181	6	175	140	35	13	22	2	20

A etapa de seleção dos estudos primários foi conduzida por meio de um processo de revisão por pares envolvendo dois pesquisadores da área de Informática na Educação. Com o objetivo de minimizar possíveis vieses durante a seleção dos estudos, ambos os pesquisadores realizaram, de forma independente, a leitura e avaliação de todos os artigos identificados. Nos casos em que houve divergência entre os avaliadores, os estudos foram discutidos conjuntamente até que se alcançasse um consenso quanto à inclusão ou exclusão do trabalho.

Visando assegurar a confiabilidade e a consistência do processo de seleção, a concordância entre os revisores foi analisada por meio do coeficiente Kappa. Os resultados indicaram um índice de concordância de 92,5% entre os pesquisadores, com coeficiente Kappa igual a 0,71, valor considerado indicativo de concordância substancial entre os avaliadores, conforme os parâmetros apresentados por [Kiliç 2015].

4.1. Análise Preliminar dos Estudos

Ao analisar a distribuição anual dos estudos (Figura 1), observa-se que as publicações permaneceram reduzidas até 2021, apresentando crescimento a partir de 2023 e atingindo o maior número de trabalhos em 2024. Esse aumento pode estar relacionado à ampliação das discussões sobre tecnologias digitais imersivas na educação e ao fortalecimento do Pensamento Computacional na Educação Básica, impulsionado por currículos e políticas educacionais recentes [Grover e Pea 2013, Subramaniam et al. 2022]. Nesse contexto, a Realidade Aumentada ganhou maior visibilidade por favorecer experiências mais interativas e investigativas no ensino de Geometria. A ausência de estudos em 2025 pode estar associada ao tempo de indexação das bases de dados e aos processos de submissão e publicação científica.

Cabe ressaltar que ao ser utilizada a *string* com os termos em Língua Portuguesa em todas as bases selecionadas, não foi encontrado nenhum estudo. Entretanto, ao fazer uso da *string* com os termos na Língua Inglesa, percebeu-se que algumas bases ainda não possuíam estudos, como: *IEEE Xplore*, *SOL SBC*, *SciELO*. Na Biblioteca Digital da ACM inicialmente foram encontrados 122 estudos, que na sua maioria foram excluídos devido ao critério de “Estudos que sejam prefácio, livros, capítulo de livros, resumos, pôsteres, painel, palestras, simpósios, conferências, *keynotes*, tutoriais, editoriais ou demonstrações” e os restantes não atendiam ao critério de seleção “Estudos que sejam estudos empíricos ou teóricos relevantes”.

Em relação ao país de origem dos estudos aceitos (Figura 2), observou-se uma predominância de trabalhos provenientes dos Estados Unidos, com cinco estudos (25%), seguidos pela China, com quatro estudos (20%), e Taiwan, com três estudos (15%). Brasil,

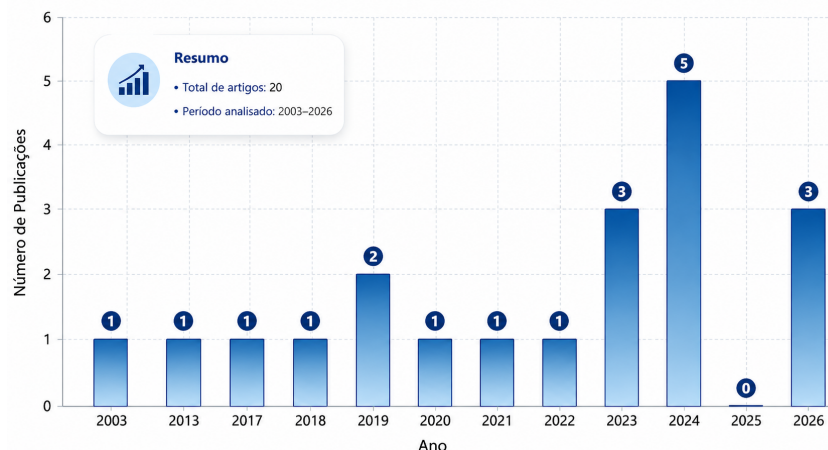


Figura 1. Distribuição dos estudos por ano

México, França, Suíça, Noruega, Turquia, Filipinas e Ucrânia apresentaram um estudo cada, correspondendo individualmente a 5% dos trabalhos analisados. Os resultados evidenciam uma concentração de pesquisas em países com forte investimento em tecnologias educacionais e inovação digital, especialmente nos contextos norte-americano e asiático. Além disso, a presença de estudos distribuídos entre diferentes continentes demonstra que o uso da Realidade Aumentada associada ao ensino de Geometria e ao desenvolvimento do Pensamento Computacional tem despertado interesse internacional, ainda que de forma desigual entre os países.

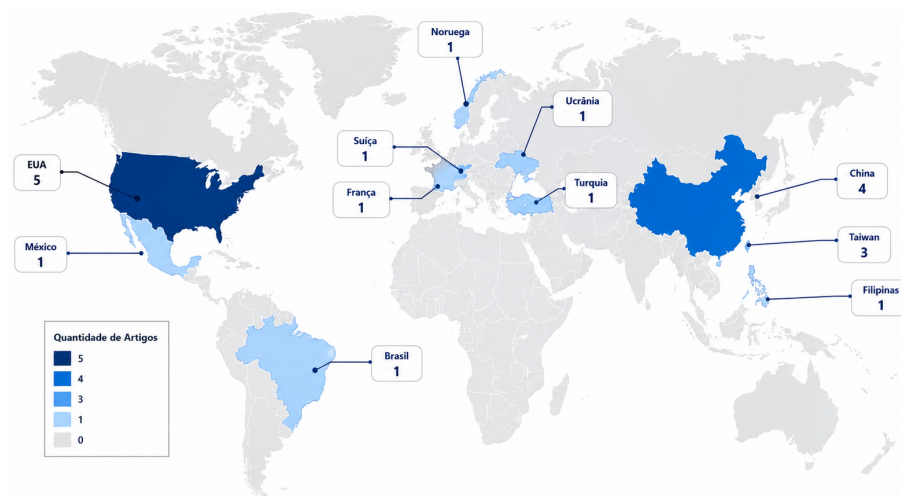


Figura 2. Distribuição dos estudos por país

4.2. Análise dos Estudos

Os estudos aceitos neste MSL estão consolidados na Tabela 3. A organização é composta de 3 colunas: ID que é a identificação do estudo, ano da publicação, e o título do estudo. É a partir destes estudos que as questões de pesquisa foram respondidas no escopo desta pesquisa.

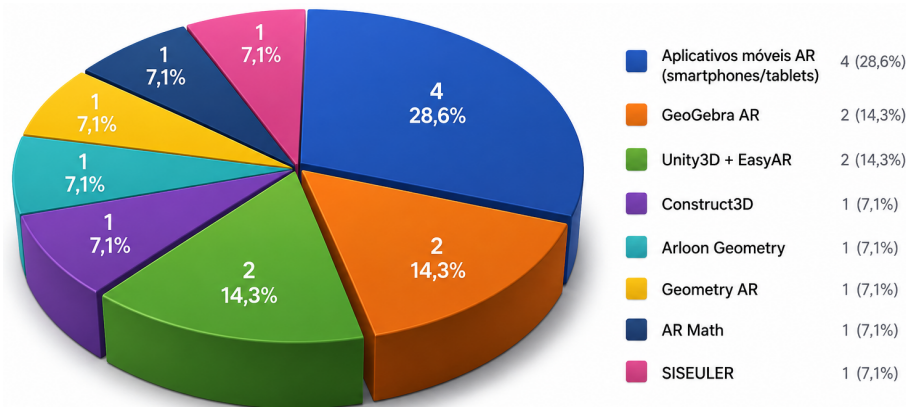
4.3. QS-1: Quais tecnologias, plataformas ou ferramentas de Realidade Aumentada têm sido utilizadas no ensino de Geometria nos anos iniciais do Ensino Fundamental?

O gráfico da Figura 3 mostra que os aplicativos móveis de Realidade Aumentada foram as tecnologias mais utilizadas nos artigos analisados, representando 28,6% das ocorrências.

Tabela 3. Estudos primários aceitos

ID	Ano	Título
E-01	2003	<i>Mathematics and geometry education with collaborative augmented reality</i>
E-02	2013	<i>Analysis of peer learning behaviors using multiple representations in virtual reality and their impacts on geometry problem solving</i>
E-03	2017	<i>Think3d!: Improving mathematics learning through embodied spatial training</i>
E-04	2018	<i>Cultivating Computational Thinking Practices and Mathematical Habits of Mind in Lattice Land</i>
E-05	2019	<i>Use of Augmented Reality for Computational Thinking Stimulation through Virtual Learning</i>
E-06	2019	<i>Hypercubes: A playful introduction to computational thinking in augmented reality</i>
E-07	2020	<i>Using augmented reality tools in the teaching of two-dimensional plane geometry</i>
E-08	2021	<i>Measuring effectiveness of augmented reality-based geometry learning assistant on memory retention abilities of the students in 3D geometry</i>
E-09	2022	<i>Study of Virtual Reality Immersive Technology Enhanced Mathematics/Geometry Learning</i>
E-10	2023	<i>Embodied design: A framework for teaching practices focused on the early development of computational thinking</i>
E-11	2023	<i>An Immersive Geometry Environment for Mathematics Education: Taxonomy and Preliminary Evaluation</i>
E-12	2023	<i>Augmented Reality: The Improvement of Computational Thinking Based on Students' Initial Mathematical Ability</i>
E-13	2024	<i>Toward a Gamified Approach Based on Augmented Resources in Education</i>
E-14	2024	<i>Does Interactive Augmented Reality Enhance Primary Students' Geometric Understanding and Visual-Spatial Skills in Mathematics Learning?</i>
E-15	2024	<i>Enhancing mathematical education with spatial visualization tools</i>
E-16	2024	<i>Effects of AR mathematical picture books on primary school students' geometric thinking, cognitive load and flow experience</i>
E-17	2024	<i>Computational thinking in primary mathematics classroom activities</i>
E-18	2026	<i>Research on the impact of different teaching methods on students' spatial ability and three-dimensional geometric thinking</i>
E-19	2026	<i>Augmented Reality in Mathematics Education: Enhancing Middle School Students' Comprehension of Volume Concepts and Classroom Dynamics</i>
E-20	2026	<i>The Application of Augmented Reality for Enhancing Motivation and Spatial Skills in Elementary Mathematics</i>

Ferramentas como GeoGebra AR e Unity3D + EasyAR também apareceram com destaque.

**Figura 3. Recursos utilizados**

Os dados evidenciam que as pesquisas têm priorizado tecnologias voltadas à visualização espacial, manipulação de objetos tridimensionais e interação com conceitos geométricos, favorecendo uma aprendizagem mais dinâmica e significativa da Geometria nos anos iniciais do Ensino Fundamental.

4.4. QS-2: Quais conceitos geométricos são abordados nas propostas educacionais que utilizam Realidade Aumentada?

A nuvem de palavras da Figura 4 evidencia que os estudos analisados concentram-se principalmente em conceitos relacionados à visualização espacial, formas geométricas e Geometria tridimensional (3D), demonstrando que a Realidade Aumentada tem sido utilizada como um importante recurso para tornar conteúdos abstratos mais concretos e interativos.

Observa-se também forte presença de termos ligados às relações espaciais, orientação espacial e transformações geométricas, indicando uma preocupação dos pesquisadores em desenvolver habilidades de percepção, manipulação e compreensão do espaço geométrico. Além disso, conceitos como raciocínio lógico, pensamento geométrico e modelagem geométrica revelam aproximações entre o ensino de Geometria e o desenvolvimento do Pensamento Computacional, especialmente em propostas que estimulam investigação, resolução de problemas e interação com objetos virtuais tridimensionais.



Figura 4. Conceitos geométricos abordados

4.5. QS-3: De que forma o Pensamento Computacional é explorado ou desenvolvido nas propostas que articulam Realidade Aumentada e Geometria?

A análise dos artigos selecionados evidencia a diversidade de tecnologias e ferramentas de Realidade Aumentada utilizadas no ensino de Geometria. Observa-se na tabela 4 predominância de aplicações voltadas à visualização espacial, manipulação de objetos tridimensionais e construção de ambientes interativos, favorecendo experiências mais dinâmicas e significativas para os estudantes. Ferramentas como GeoGebra AR, Unity3D e Construct3D destacam-se por possibilitar a exploração de conceitos geométricos em ambientes tridimensionais, enquanto aplicativos móveis e sistemas baseados em marcadores físicos ampliam as possibilidades de interação em dispositivos acessíveis, como smartphones e tablets. De modo geral, as tecnologias identificadas demonstram potencial para contribuir com a visualização de conceitos abstratos, desenvolvimento da percepção espacial e aprendizagem mais investigativa da Geometria.

4.6. Discussão

Com base nos textos apresentados e nos resultados discutidos nos estudos sobre o uso da Realidade Aumentada no ensino de Matemática, é possível inferir que a integração dessa tecnologia ao ensino de Geometria nos anos iniciais do Ensino Fundamental pode contribuir significativamente tanto para a aprendizagem de conceitos geométricos quanto para o desenvolvimento do Pensamento Computacional. O estudo evidencia que a RA favorece experiências de aprendizagem mais concretas, interativas e imersivas, permitindo que os estudantes manipulem objetos tridimensionais, visualizem diferentes perspectivas e explorem relações espaciais de maneira dinâmica. Essas características contribuem para reduzir dificuldades frequentemente encontradas no ensino de Geometria, especialmente

Tabela 4. Recursos de Realidade Aumentada utilizados no ensino de Geometria

ID	Tecnologia / Ferramenta	Finalidade no ensino de Geometria	Artigos
T-01	Unity3D + EasyAR	Desenvolvimento de ambientes AR com mapas virtuais e objetos 3D interativos	<i>Use of Augmented Reality for Computational Thinking Stimulation through Virtual</i>
T-02	GeoGebra AR	Visualização e manipulação de objetos geométricos em 3D	<i>Using Augmented Reality Tools in the Teaching of Two-Dimensional Plane Geometry</i>
T-03	Arloon Geometry	Exploração de sólidos geométricos e visualização espacial	<i>Using Augmented Reality Tools in the Teaching of Two-Dimensional Plane Geometry</i>
T-04	Geometry AR	Ensino de Geometria plana e espacial	<i>Using Augmented Reality Tools in the Teaching of Two-Dimensional Plane Geometry</i>
T-05	Construct3D	Construção e manipulação de estruturas geométricas tridimensionais	<i>Using Augmented Reality Tools in the Teaching of Two-Dimensional Plane Geometry</i>
T-06	AR Math	Reconhecimento de formas geométricas e resolução de problemas	<i>Using Augmented Reality Tools in the Teaching of Two-Dimensional Plane Geometry</i>
T-07	SISEULER	Desenvolvimento da visualização espacial de poliedros	<i>Using Augmented Reality Tools in the Teaching of Two-Dimensional Plane Geometry</i>
T-08	Aplicativos móveis Android com RA	Manipulação de formas geométricas e objetos virtuais em smartphones	<i>The Applications of Augmented Reality for Enhancing Motivation and Spatial Skills in Elementary Mathematics</i>
T-09	Marcadores físicos (marker-based AR)	Projeção de objetos geométricos tridimensionais sobre cartões físicos	Diversos artigos analisados

relacionadas à abstração e à compreensão de objetos tridimensionais representados em superfícies bidimensionais.

Os resultados apontam que os estudantes conseguiram compreender conceitos relacionados ao volume por meio da manipulação de prismas, decomposição em cubos unitários e observação das relações entre altura, área da base e volume. A interação com objetos virtuais permitiu que os alunos construíssem hipóteses, identificassem padrões e elaborassem estratégias próprias para resolver problemas matemáticos. Nesse contexto, percebe-se uma aproximação direta com os pilares do Pensamento Computacional, especialmente a decomposição, o reconhecimento de padrões, a abstração e a construção de algoritmos.

A decomposição esteve presente quando os estudantes dividiram os sólidos geométricos em partes menores, como cubos unitários, para compreender a composição do volume. O reconhecimento de padrões apareceu no momento em que os alunos perceberam regularidades entre as camadas dos prismas e passaram a utilizar estratégias multiplicativas em vez da simples contagem. Já a abstração ocorreu quando os estudantes compreenderam a relação matemática entre área da base e altura, transformando uma experiência concreta em um modelo generalizável. Por fim, o raciocínio algorítmico foi mobilizado na elaboração de sequências de ações e estratégias para resolver os desafios apresentados nas atividades.

Além dos aspectos cognitivos, os estudos também evidenciam importantes implicações pedagógicas para a prática docente. Os autores destacam que a RA favorece ambientes de aprendizagem mais ativos, colaborativos e centrados no estudante, promovendo maior engajamento, motivação e participação durante as aulas. A possibilidade de interação imediata com os objetos virtuais, associada ao feedback em tempo real, contribui para uma aprendizagem mais autônoma e personalizada, respeitando o ritmo de cada aluno. Nesse sentido, a atuação do professor deixa de estar centrada apenas na transmissão de conteúdos e passa a envolver a mediação de experiências investigativas, exploratórias e colaborativas.

Outro aspecto relevante refere-se à potencialidade da RA para aproximar conceitos matemáticos abstratos da realidade concreta dos estudantes, tornando a aprendizagem mais significativa. O estudo demonstra que os alunos apresentaram maior interesse, entusiasmo e participação nas atividades mediadas pela tecnologia, o que indica que a integração da RA pode contribuir para transformar o ambiente da sala de aula em um espaço mais dinâmico e interativo.

Dessa forma, pode-se concluir que o uso da Realidade Aumentada no ensino de Geometria possui potencial para favorecer simultaneamente o desenvolvimento de conhecimentos

geométricos e habilidades relacionadas ao Pensamento Computacional. Ao permitir a manipulação, visualização e exploração de objetos matemáticos em ambientes imersivos, a RA amplia as possibilidades pedagógicas da prática docente, fortalecendo metodologias ativas, a aprendizagem significativa e o protagonismo discente no processo educativo.

5. Considerações Finais

A partir da análise dos estudos selecionados, observou-se que o uso de recursos tecnológicos, especialmente a Realidade Aumentada, apresenta potencial significativo para contribuir simultaneamente com o ensino de Geometria e com o desenvolvimento do Pensamento Computacional. Os resultados evidenciam que essas tecnologias favorecem experiências mais interativas, investigativas e significativas, aproximando elementos concretos e abstratos e articulando o mundo real às representações digitais e imaginárias.

Entre as principais contribuições científicas deste estudo, destaca-se o mapeamento e categorização das tecnologias mais utilizadas, evidenciando o protagonismo dos dispositivos móveis e de ferramentas acessíveis, como GeoGebra AR, fornecendo subsídios para pesquisadores e docentes interessados na adoção de tecnologias tridimensionais em contextos educacionais. Além disso, o estudo evidenciou aproximações entre conceitos geométricos e os pilares do Pensamento Computacional, especialmente decomposição e abstração, demonstrando que a manipulação de objetos virtuais pode atuar como suporte cognitivo importante na transição entre pensamento concreto e raciocínio abstrato. Complementarmente, foram identificadas implicações pedagógicas relacionadas ao planejamento didático, à mediação docente e ao uso integrado de estratégias desplugadas e digitais, contribuindo para o desenvolvimento de propostas pedagógicas mais inclusivas e contextualizadas.

Apesar do crescimento das publicações observado a partir de 2023, a análise sistemática revelou lacunas importantes na literatura. Verificou-se escassez de estudos experimentais de longo prazo capazes de avaliar a retenção da aprendizagem geométrica e a sustentabilidade do desenvolvimento do Pensamento Computacional ao longo do tempo. Também foi identificada carência de instrumentos padronizados e validados para avaliação das habilidades computacionais mobilizadas nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, além de limitada atenção dada à formação docente para utilização pedagógica dessas tecnologias.

Como continuidade desta pesquisa, pretende-se aprofundar a análise dos estudos identificando tendências, metodologias recorrentes, tecnologias utilizadas, públicos-alvo investigados, limitações apontadas e oportunidades ainda pouco exploradas. Além disso, pretende-se desenvolver uma proposta didática integrando Realidade Aumentada, Geometria e Pensamento Computacional, bem como investigar estratégias de formação continuada capazes de apoiar professores na apropriação pedagógica dessas tecnologias. Assim, entende-se que este MSL constitui uma base teórica e diagnóstica importante para orientar futuras decisões investigativas e subsidiar novas práticas pedagógicas no contexto da Educação Matemática e da Informática na Educação.

Declaração sobre uso de Inteligência Artificial

Declaramos que ao longo do texto foi utilizada IA (ChatGPT 4) para correção do idioma, construção de figuras e tabelas e coesão do texto, não sendo utilizada para a geração de conteúdo e/ou análise de dados e resultados. Todos os resultados e conclusões são de responsabilidade dos autores.

Referências

- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: teleoperators & virtual environments*, 6(4):355–385.
- Bacich, L. e Moran, J. (2018). *Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática*. Penso Editora.
- Billinghurst, M. e Duenser, A. (2012). Augmented reality in the classroom. *Computer*, 45(7):56–63.
- Brackmann, C. P., Román-González, M., Robles, G., Moreno-León, J., Casali, A., e Barone, D. (2017). Development of computational thinking skills through unplugged activities in primary school. In *Proceedings of the 12th workshop on primary and secondary computing education*, pages 65–72.
- d'AMBRÓSIO, U. (2007). *Educação Matemática: da teoria à prática*. Papirus Editora.
- De Pádua, G. L. D. (2009). A epistemologia genética de jean piaget. *Revista FACEVVI 1º Semestre de*, (2):22–35.
- Freitas, J. V., Da Silva, T. F., Rodrigues, G. R., Oliveira, A. B., Alves Filho, S. E., e Moraes, C. G. (2025). Uso da realidade aumentada no ensino e aprendizagem de ciências e biologia no ensino fundamental e médio: Uma revisão sistemática de literatura. *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)*, pages 1056–1067.
- Garzón, J. e Acevedo, J. (2019). Meta-analysis of the impact of augmented reality on students' learning gains. *Educational Research Review*, 27:244–260.
- Grover, S. e Pea, R. (2013). Computational thinking in k–12: A review of the state of the field. *Educational researcher*, 42(1):38–43.
- Kaufmann, H. e Schmalstieg, D. (2002). Mathematics and geometry education with collaborative augmented reality. In *ACM SIGGRAPH 2002 conference abstracts and applications*, pages 37–41.
- Kiliç, S. (2015). Kappa test. *Psychiatry and Behavioral Sciences*, 5(3):142.
- Kitchenham, B., Madeyski, L., e Budgen, D. (2023). Segress: Software engineering guidelines for reporting secondary studies. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 49(3):1273–1298.
- Lorenzato, S. (1995). Por que não ensinar geometria? *Educação Matemática em revista*, 3(4):3–13.
- MEC (2022). *Computação na Educação Básica: Complemento à Base Nacional Comum Curricular*. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, Brasília.
- Piaget, J. e Inhelder, B. (1993). *A representação do espaço na criança*.
- Souza, M. (2006). Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada apostila do pré-simpósio viii symposium on virtual reality belém–pa, 02 de maio de 2006.
- Subramaniam, S., Maat, S. M., e Mahmud, M. S. (2022). Computational thinking in mathematics education: a systematic review. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 17(6):2029–2044.
- Sutherland, I. E. (1968). A head-mounted three dimensional display. In *Proceedings of the December 9-11, 1968, fall joint computer conference, part I*, pages 757–764.

- Thomas, P. C. e David, W. (1992). Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. In *Hawaii international conference on system sciences*, volume 2, pages 659–669. ACM SIGCHI Bulletin.
- Valente, J. A. (2019). Pensamento computacional, letramento computacional ou competência digital? novos desafios da educação. *Revista educação e cultura contemporânea*, 16(43):147–168.
- Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L., e Wilensky, U. (2016). Defining computational thinking for mathematics and science classrooms. *Journal of science education and technology*, 25(1):127–147.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3):33–35.