

REALIDADE AUMENTADA NO ENSINO DE GEOMETRIA: UM ESTUDO DE CASO NO ENSINO FUNDAMENTAL

Augmented Reality In Geometry Teaching: A Case Study In Elementary Education

Paulo Vitor da Silva SANTIAGO

Secretaria Estadual de Educação do Ceará, Fortaleza, Brasil
paulovitor.paulocds@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-6608-5452>

Francisco Cleuton de ARAÚJO


Secretaria Municipal de Educação de Fortaleza, Fortaleza, Brasil
cleutonaraujo86@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-5955-6324>


José Rogério SANTANA

Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil
rogesantana@ufc.br

<https://orcid.org/0000-0002-8327-5864>

Campo para autor não preencher 

Este campo será preenchido pela equipe editorial pós-aceite 

A lista completa com informações dos autores está no final do artigo 

RESUMO

O uso de recursos tecnológicos e a inclusão digital tem ganhado cada vez mais espaço na Educação Básica, principalmente nos anos finais do Ensino Fundamental. Por isso, várias metodologias têm sido utilizadas pelos professores visando contribuir para a aprendizagem dos estudantes. Neste trabalho buscamos ampliar essa discussão, tendo como base a Realidade Aumentada voltada para o Ensino de Matemática, associada à História da Matemática. O objetivo é investigar as construções de sólidos em Realidade Aumentada, sobretudo com o uso da História da Matemática, especificamente no ensino de poliedros a partir do uso do aplicativo Sólidos RA. A metodologia deste trabalho foi o estudo de caso, com uma abordagem de natureza qualitativa. Foi realizada a aplicação de cinco atividades para uma turma do 6º ano do Ensino fundamental, com um público de 32 estudantes. Utilizou-se material impresso com QR-codes, acessados pelos estudantes por meio do tablet educacional, onde estes foram incentivados a explorar as características e o surgimento histórico desses objetos geométricos. Como resultados, observou-se o caráter epistemológico desse tipo de atividade no Ensino de Matemática nesta etapa escolar, considerando que os recursos tecnológicos contribuem para o desenvolvimento do pensamento geométrico em diferentes perspectivas a partir da visualização, bem como a compreensão histórica tem potencial para favorecer o interesse e estimular outros aspectos cognitivos da matemática.

Palavras-chave: Realidade Aumentada, História da Matemática, Ensino de Matemática, Poliedros

ABSTRACT

The use of technological resources and digital inclusion has gained more and more space in Basic Education, especially in the final years of Elementary School. Therefore, several methodologies have been used by teachers to contribute to student learning. In this work we seek to expand this discussion, based on Augmented Reality aimed at Mathematics Teaching, associated with the History of Mathematics. The objective is to investigate the constructions of solids in Augmented Reality, especially using the History of Mathematics, specifically in teaching polyhedral, from the use of the Solids RA application. The methodology of this work was a case study, with a qualitative approach. Five activities were

carried out for a 6th year elementary school class, with an audience of 32 students. Printed material with QR-codes was used, accessed by students through the educational tablet, where they were encouraged to explore the characteristics and historical emergence of these geometric objects. As results, the epistemological character of this type of activity in Mathematics Teaching at this school stage was observed, considering that technological resources contribute to the development of geometric thinking in different perspectives from visualization, as well as historical understanding has the potential to favor interest and stimulate other cognitive aspects of mathematics.

Keywords: Augmented Reality, History of Mathematics, Teaching Mathematics, Polyhedra

1 INTRODUÇÃO

A Tecnologia Digital (TD) tem despertado um crescente interesse e tido relevância no âmbito educacional, oferecendo novas perspectivas e possibilidades para melhorar o ensino nas mais diversas áreas do conhecimento. Dessa forma, de modo particular, a tecnologia tem sido um importante instrumento no processo de ensino e aprendizagem da Matemática.

A utilização de dispositivos móveis como *smartphones* e *tablets* tem proporcionado uma maior flexibilidade nas atividades pedagógicas, permitindo que os estudantes tenham a oportunidade de interagir e aprender os conteúdos abordados, ultrapassando inclusive os limites físicos da sala de aula tradicional (Mota, 2021).

Contudo, a adoção de inovações tecnológicas no ensino de matemática ainda é um desafio para muitos professores, que ainda se baseiam em recursos tradicionais, como quadro, giz, livros e apostilas físicas. A procura por novas metodologias de ensino de matemática, sobretudo dos conteúdos considerados abstratos e de complexa compreensão é crucial para atingir um melhor nível de aprendizado dos estudantes. Nessa perspectiva, a Realidade Aumentada (RA) tem se destacado como uma ferramenta eficaz, permitindo a representação e compreensão de conceitos teóricos de maneira mais prática e interativa (Brito & Geller, 2019).

Relacionar RA e História da Matemática (HM) não é uma tarefa simples para o professor, uma vez que se trata de temas distintos, exige pesquisa e construção de aspectos metodológicos próprios. Essa visão leva à reflexão sobre as possibilidades de inserir a HM em sala de aula, que pode ser potencializada com o suporte das novas tecnologias da RA. Assim, visando oferecer um ensino que oportunize aprendizado significativo para o estudante, é imprescindível desenvolver um bom entendimento da Matemática ao longo da história.

Este trabalho é fruto de uma pesquisa em andamento e busca observar as impressões decorrentes do uso da RA para o ensino de sólidos geométricos, articulada a alguns aspectos da HM. Esta pauta tem sido discutida no grupo de pesquisa G-Tercoa (Grupo de Estudos e Pesquisa Tecendo Redes Cognitivas de Aprendizagem), do qual os autores deste estudo fazem parte. Neste trabalho, trazemos como pergunta diretriz: como a RA associada à HM podem possibilitar a criação de um ambiente educacional interativo acerca dos Sólidos Geométricos para estudantes dos anos finais Ensino Fundamental com uso de códigos abertos?

Dessa forma, o objetivo desta pesquisa é investigar as possibilidades de articulação entre a RA e a HM, enquanto importantes recursos educacionais, como suporte ao processo de ensino e aprendizagem da Matemática, no intuito de desenvolver o pensamento geométrico dos estudantes a partir da exploração de objetos tridimensionais.

No intuito de trilhar caminhos direcionados às respostas para a pergunta de pesquisa, desenvolvemos uma proposta didática em uma escola municipal, localizada no município de Fortaleza - CE, envolvendo uma turma do 6º ano do Ensino Fundamental (EF) com 32 (trinta e dois) estudantes. A metodologia desta pesquisa é o estudo de caso (Yin, 2015), com uma abordagem de natureza qualitativa (Gil, 2010). O recorte aqui apresentado corresponde às aulas ministradas sobre sólidos geométricos, articuladas à RA e aspectos da HM. Durante as observações e coleta de dados, os estudantes participaram de aulas interativas que combinavam aspectos teóricos e aplicações práticas.

Esta pesquisa visa enriquecer os estudos na área de ensino de Matemática, especialmente no que diz respeito aos sólidos geométricos, tendo como diferencial a integração entre RA e HM no processo educativo, haja vista que há raros estudos sobre esta abordagem na literatura científica. É importante salientar que esta abordagem tem potencial para tornar possível a compreensão de conceitos considerados abstratos e complexos. Além disso, este estudo apresenta algumas reflexões que podem auxiliar o aperfeiçoamento de práticas pedagógicas.

Pretende-se também trazer uma reflexão acerca da importância da RA e da HM enquanto recursos educacionais, capazes de potencializar a compreensão de conceitos de sobre sólidos geométricos. Além disso, apresentamos nas seções vindouras tópicos relacionados às Tecnologias Digitais no Ensino, à História da Matemática, o percurso metodológico da pesquisa, a análise dos dados coletados, findando com as considerações dos autores.

2 TECNOLOGIAS DIGITAIS NO ENSINO

Desde o início dos anos 90, o uso de recursos tecnológicos no ambiente escolar tem se tornado atrativo e ganhado espaço, a partir de políticas públicas para a inserção dessas ferramentas em sala de aula (Lima & Rocha, 2022). Diante disso, a introdução de recursos como *tablets*, *notebooks*, lousa digital, projetores multimídia, *smartphones*, entre outros, nos permite observar e discutir a importância do uso dessas tecnologias nas instituições públicas brasileiras em todos os níveis de ensino. De acordo com Sales e Kenski (2021, p. 27):

O surgimento e a velocidade evolutiva das tecnologias, principalmente as digitais conectadas, ao longo dos primeiros vinte anos deste século, apresentam imperativos de mudança na educação, visto que o espaço escolar não é mais o único locus privilegiado de acesso ao conhecimento escolarizado/científico, acadêmico, nem de aprendizagens e tampouco de produção desse conhecimento. Nesse sentido, ao pensar em inovação na educação, pensamos antes no que concebemos como processo (planejamos e praticamos), no sentido de entendê-la e vivenciá-la como tal. (Sales & Kenski, 2021, p. 27)

Com isso, tem-se a aceção de que as tecnologias existem há um tempo considerável, sendo seu surgimento oriundo da criatividade e habilidade humanas. Ao longo da história, o ser humano tem buscado por soluções inovadoras, no intuito de superar desafios e melhorar seu modo de vida.

Sales e Kenski (2021) salientam que as tecnologias abrangem mais do que simples máquinas e artefatos: elas também englobam processos que servem à humanidade, como medicamentos e próteses na área médica, idiomas, rádios e telefones na comunicação. A rápida evolução tecnológica dificulta distinguir inovação de tecnologia, tornando desafiador estabelecer o momento em que novos conhecimentos se tornam novas tecnologias.

Contudo, as autoras enfatizam que, atualmente, o termo *novas tecnologias* refere-se principalmente aos processos e produtos relacionados à eletrônica, microeletrônica e telecomunicações, os quais se baseiam na imaterialidade, com a ação virtual sendo o seu espaço e a informação sua principal matéria-prima (Sales & Kenski, 2021).

No entanto, é fundamental ressaltar que a eficácia de tais tecnologias na educação está intrinsecamente ligada a uma implementação criteriosa e a uma boa formação docente dos educadores. Isto é, a mera presença de recursos tecnológicos não garante uma melhoria na aprendizagem dos conteúdos matemáticos (Fuza & Miranda, 2020). Faz-se necessário, portanto, um planejamento pedagógico sólido e uma integração coerente da tecnologia digital ao currículo escolar.

No atual contexto, a alta conectividade e o acesso instantâneo a uma imensa quantidade de informações ampliam significativamente as possibilidades de interagir e se comunicar, alterando a forma como nos relacionamos e como percebemos o mundo ao nosso redor. O cenário da COVID-19 intensificou esta conectividade de forma compulsória, ao demandar a adaptação do ensino presencial para o ensino na modalidade remota, o que também trouxe reflexões acerca da implementação da tecnologia em sala de aula, tornando fundamental a pesquisa e o planejamento escolar para melhor eficiência do processo de ensino e aprendizagem.

Ferreira, Cruz, Alves e Lima (2020) descrevem que o professor precisa mobilizar novos conhecimentos, estratégias de ensino e processar recursos digitais para ensinar matemática e deve adaptar suas práticas docentes ao uso de recursos tecnológicos na aprendizagem de conteúdos matemáticos. A educação, neste contexto, pode desempenhar um papel crucial, capacitando os indivíduos a compreender e utilizar tais recursos tecnológicos de maneira benéfica e crítica (Brito & Purificação, 2012).

As TDs apresentam um vasto potencial pedagógico, destacando-se como fontes inovadoras e ferramentas mediadoras importantes para o ensino e aprendizagem da Matemática. Atualmente, uma ampla variedade de tecnologias eficazes está disponível gratuitamente on-line, permitindo o desenvolvimento das capacidades, conhecimentos e habilidades matemáticas (Camargo & Daros, 2021). É fundamental perceber que essas ferramentas digitais devem ser utilizadas como instrumentos para capacitar os estudantes, engajando-os ativamente como protagonistas no processo de construção do seu próprio conhecimento (Costa, Rodriguez, Cruz & Fradão, 2012).

Na esfera educacional, espera-se que as novas tecnologias tragam soluções rápidas para o ensino, ampliando o conceito de aula, espaço e tempo, bem como fortalecendo a comunicação audiovisual e a conexão entre o ensino presencial e virtual. Para Fuza e Miranda (2020), ensinar não se resume apenas às tecnologias, pois as soluções para os desafios educacionais não foram encontradas exclusivamente nelas. O ensino e a aprendizagem permanecem como os maiores desafios enfrentados em todas as épocas, especialmente neste momento de transição do modelo de gestão industrial para o da informação e do conhecimento (Moran, 2007).

Deste modo, pensamos que é inegável a adoção das novas tecnologias em sala de aula. Porém, é fundamental destacar que elas não são a solução definitiva para todos os desafios educacionais. Brito e Purificação (2012) explicam que o uso de recursos tecnológicos digitais como softwares educativos não assegura, por si só, uma melhoria

automática na assimilação de conteúdos matemáticos.

Por outro lado, o papel do docente nesse processo não pode ser negligenciado. Ele deve se apropriar das tecnologias digitais de forma competente e embasar seu uso em uma abordagem que favoreça a construção sólida de conhecimentos para o estudante (Moran, 2007). Em outras palavras, o professor desempenha um papel fundamental ao utilizar as ferramentas digitais em suas aulas e ao enriquecer o processo de ensino e aprendizagem para capacitar melhor os estudantes.

A Realidade Aumentada (RA) é uma tecnologia que combina elementos virtuais ao ambiente real, oportunizando uma experiência imersiva e interativa (Silva & Vasconcelos, 2019). Neste estudo, em particular, utilizamos o aplicativo *Sólidos RA*, disponível de forma gratuita na *Google Play Store*. Esta ferramenta educacional foi especialmente projetada para facilitar o aprendizado e visualização de sólidos geométricos.

O aplicativo permite que os estudantes explorem figuras tridimensionais de forma prática e dinâmica, observando-as em ambiente real a partir de diversos ângulos. Possibilita também uma compreensão mais profunda das características destas figuras e auxilia no desenvolvimento do pensamento geométrico-espacial. Além disso, o aplicativo oferece recursos de planificação, permitindo que os estudantes visualizem as formas planas correspondentes aos sólidos geométricos e estabeleçam relações entre as representações bidimensionais e tridimensionais.

Silva e Vasconcelos (2019), defendem que, diante da necessidade de adaptação da escola e dos professores à realidade contemporânea e da imersão dos estudantes em uma sociedade midiática e tecnológica, é crucial buscar recursos que despertem o interesse dos estudantes pela matemática e que permitam a aplicação dos conceitos abordados em sala de aula. Desta maneira, a RA destaca-se por seu diferencial, permitindo que os estudantes explorem de forma ativa os aspectos dos conteúdos matemáticos estudados, especialmente em Geometria Espacial.

Com o intuito de efetivamente incorporar a RA na abordagem deste tema, considera-se essencial que os professores adquiram um conhecimento prévio sobre tal tecnologia, a fim de compreender e solucionar eventuais dúvidas sobre sua utilização (Palhano, Oliveira & Grossi, 2019). Na continuidade, discute-se a HM inserida nas aulas de Matemática e suas possíveis aplicações no contexto da Geometria Espacial.

3 HISTÓRIA DA MATEMÁTICA E SUA RELEVÂNCIA PARA O ENSINO

Dentro da conjuntura do ensino de Matemática, é fundamental considerar uma abordagem aprimorada que combine diversos recursos didáticos e materiais e, nesse ínterim, destacamos a incorporação da HM como recurso capaz de estimular o interesse dos estudantes e oferecer um significado mais profundo ao aprendizado dos conteúdos (Bernardes, 2019). Todavia, é essencial garantir que tais recursos e materiais sejam cuidadosamente integrados às situações de aprendizagem, ao estimular a reflexão e possibilitar a consolidação e formalização dos conceitos matemáticos de modo mais eficaz (Brasil, 2018).

Nessa perspectiva, um elemento que pode potencializar o ensino é o uso de aspectos da HM em sala de aula. Ao usar episódios históricos adequados ao contexto da aula como recurso pedagógico, o professor pode contribuir para desmistificar a visão de que a Matemática é estática e desconectada da realidade, demonstrando que a disciplina é acessível a todos.

De acordo com Roque (2012), a percepção da Matemática como uma disciplina abstrata está intimamente relacionada à abordagem de ensino utilizada, que frequentemente segue a mesma ordem de exposição encontrada em textos matemáticos. Ao invés de partir do processo de desenvolvimento de um conceito matemático, com destaque para as questões que se busca resolver com o dado conceito, ocorre um processo inverso, em que por muitas vezes apresenta-se o conceito como algo pronto e acabado.

Entende-se desta maneira que, ao apresentar conceitos matemáticos sem explorar o contexto histórico ou o raciocínio que leva à sua formulação, pode-se perder a oportunidade de instigar a curiosidade e o interesse dos estudantes (Miguel & Miorim, 2011). Quando os estudantes são apresentados apenas ao resultado final, a Matemática pode parecer um conjunto de regras arbitrárias e fórmulas desconexas, dificultando a assimilação do conhecimento.

Para além disso, incentivar a participação ativa dos estudantes, envolvendo-os em discussões e atividades práticas, pode tornar o ensino da Matemática mais dinâmico e estimulante. Camargo e Daros (2021) apontam que ao invés de somente apresentar fórmulas e teorias, os educadores podem incentivar os estudantes a explorar, questionar e experimentar, desenvolvendo assim habilidades importantes.

Neste sentido, é fundamental que os professores busquem estratégias pedagógicas que tornem a Matemática mais acessível e interessante, destacando seu valor e relevância no mundo real. D'Ambrosio (2009, p. 29) destaca que “uma percepção da História da Matemática é essencial em qualquer discussão sobre a Matemática e o seu ensino”.

Considera-se que conhecer a trajetória histórica da Matemática pode contribuir para a contextualização de conceitos modernos, tornando-os mais significativos e relevantes para os estudantes. Ao incorporar a HM no ensino, os educadores podem proporcionar uma perspectiva mais ampla e profunda da matéria.

Nesta pesquisa, em particular, tratamos dos aspectos históricos que envolvem os Poliedros de Platão e a Relação de Euler. Conforme Eves (2011, p. 114), “os sólidos de Platão, assim chamados erradamente, porque três deles, o tetraedro, o cubo e o dodecaedro se devem aos pitagóricos, ao passo que o octaedro e o icosaedro se devem a Teeteto”, o que é uma característica pouco comentada em sala de aula sobre o tema.

Os Poliedros de Platão são: o tetraedro (4 faces), o hexaedro (6 faces), o octaedro (8 faces), o dodecaedro (12 faces) e o icosaedro (20 faces). Na natureza, o tetraedro, o cubo e o octaedro podem ser encontrados na forma de cristais. Já os outros dois sólidos podem ser observados como estruturas microscópicas de animais marinhos chamados radiolários (Eves, 2011).

Em seu célebre trabalho *Timeu*, Platão apresentou os cinco poliedros regulares, revelando como construir modelos desses sólidos ao unir triângulos, quadrados e pentágonos para formar suas faces. De maneira intrigante, Platão associou misticamente os quatro sólidos mais facilmente construídos - o tetraedro, o octaedro, o icosaedro e o cubo - com os quatro elementos primordiais empedoclianicos que compõem todos os corpos materiais: fogo, ar, água e terra. Ele habilmente resolveu a complicação em explicar o quinto sólido, o dodecaedro, ao associá-lo ao próprio Universo que nos cerca (Eves, 2011).

A fórmula de *Leonhard Euler* acerca do estudo dos poliedros estabelece uma relação entre o número de vértices (V), faces (F) e arestas (A), de todo poliedro convexo, e pode ser escrita da seguinte maneira: $V + F = A + 2$. Nessa representação, consegue-se expor a magnitude da fórmula por meio da visualização dos objetos, que tinham origem em um ponto específico da planificação. Atrelar o sentido da visualização geométrica, sem dúvida, é uma experiência de aprendizado com a inclusão dos poliedros eulerianos. O uso da fórmula possibilita uma compreensão do que se pede em cada situação-problema proposta na avaliação.

Acreditamos que ao explorar os aspectos históricos dos Poliedros de Platão e a relação de Euler, os professores podem enriquecer o ensino de Matemática, proporcionando aos estudantes uma jornada fascinante pelos primórdios da Geometria e estabelecendo relações paralelas desta com o mundo atual. Ao contextualizar a construção desses sólidos, os estudantes podem compreender como o pensamento matemático evoluiu ao longo do tempo e como as descobertas do passado ainda influenciam conceitos modernos.

Assim, com base nessas reflexões, esta pesquisa mostra a estruturação de um aplicativo com tecnologia da RA para suporte ao ensino da matemática, especialmente, da relação de Euler com os sólidos geométricos (Lemos & Carvalho, 2010).

Ao integrar a HM ao ensino, os educadores podem estimular a curiosidade dos estudantes, tornando a disciplina mais acessível, interessante e relevante para o seu aprendizado.

4 PERCURSO METODOLÓGICO

A metodologia adotada para a construção desse trabalho foi o estudo de caso, que representa uma abordagem de pesquisa empírica dedicada à investigação de um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto natural (Gil, 2010). Esta metodologia é particularmente valiosa quando as fronteiras entre o contexto e o fenômeno se mostram pouco claras. A partir do uso de diversas fontes de evidências, o estudo de caso busca alcançar uma compreensão aprofundada do fenômeno em análise, possibilitando uma investigação minuciosa (Yin, 2015).

Trouxemos como fundamentação teórica autores como Moran, (2007), Eves (2011), Sales e Kenski (2021), Costa et al. (2012), Fuza e Miranda (2020), dentre outros, Foram realizados também mapeamentos de pesquisas relacionadas aos termos: Realidade Aumentada, História da Matemática, Ensino de Poliedros e Ensino de Matemática na Plataforma Google Acadêmico (GA) e na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD).

No âmbito desta pesquisa, o presente trabalho foi conduzido pelo professor de Matemática da turma, segundo autor deste artigo. O campo empírico da pesquisa foi uma escola municipal situada no município de Fortaleza-CE. A escola abrange turmas de tempo regular, desde a educação infantil até os anos finais do Ensino Fundamental. O bairro onde

a instituição se localiza possui Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)¹ igual a 0,270, nível considerado muito baixo. Isto revela que a maior parte da população dessa região enfrenta desafios significativos em termos de acesso a serviços básicos de educação, saúde, renda e qualidade de vida.

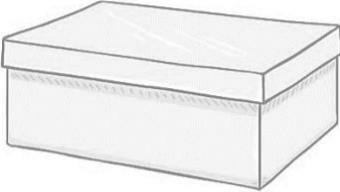
A pesquisa envolveu uma turma de estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental, com 32 (trinta e dois) estudantes. O estudo foi realizado ao longo de três aulas no período matutino, cada uma com duração de 55 minutos.

Ao observar aspectos do perfil dos estudantes deste turno, reconhecemos que perspectivas e contextos sociais diversificados influenciam o campo de estudo. Neste tipo de abordagem, a subjetividade tanto do pesquisador quanto dos sujeitos investigados desempenha um papel fundamental no processo de pesquisa (Flick, 2004).

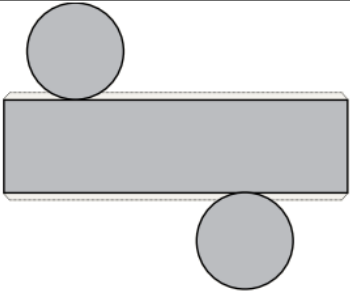
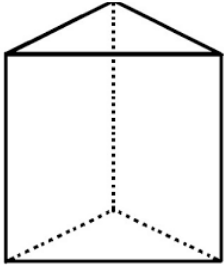
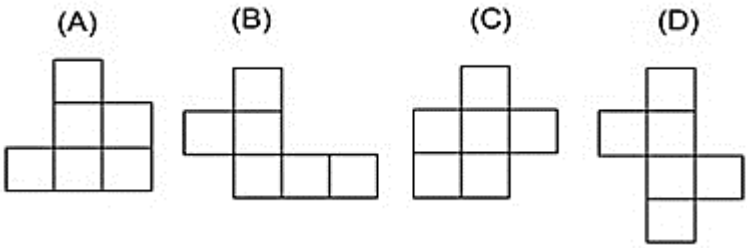
Assim, a inclusão de distintos pontos de vista enriquece a compreensão dos fenômenos estudados e permite uma análise mais profunda e contextualizada das questões em estudo. Ao considerarmos a multiplicidade de perspectivas e experiências, a pesquisa pode promover uma abordagem mais holística e sensível à complexidade humana.

Os instrumentos utilizados para a coleta de dados foram: cinco atividades práticas em sala de aula, uma avaliação escrita (Quadro 1) e nossa observação participante.

Quadro 1: Perguntas da avaliação escrita

Questão	Pergunta	Alternativas
01	<p>1. Considere uma caixa de sapatos, que é uma representação tridimensional de um bloco retangular.</p>  <p>Com base nessa situação, determine:</p>	<p>I) O número de faces. II) O número de arestas. III) A quantidade de vértices que compõem essa representação tridimensional.</p>
02	<p>Observe a planificação a seguir:</p>	<p>a) cubo b) cone c) cilindro d) pirâmide</p>

¹ Desenvolvimento Humano, por bairros, em Fortaleza: <http://salasituacional.fortaleza.ce.gov.br:8081/acervo/documentById?id=22ef6ea5-8cd2-4f96-ad3c-8e0fd2c39c98>

		
	A figura planificada é um	
03	<p>A figura a seguir se trata de:</p> 	<p>a) uma pirâmide de base triangular b) um prisma de base quadrada c) uma pirâmide de base hexagonal d) um prisma de base triangular</p>
04	<p>Com base nos estudos realizados, qual é o sólido geométrico que possui 7 faces, 15 arestas e 10 vértices?</p>	<p>a) Hexaedro b) Prisma de base pentagonal c) Pirâmide de base quadrada d) Dodecaedro</p>
05	<p>Qual das seguintes opções representa corretamente a planificação de um cubo?</p> <p>(A) (B) (C) (D)</p>  <p>Figura 1 Figura 2 Figura 3 Figura 4</p>	<p>a) Figura 1 b) Figura 2 c) Figura 3 d) Figura 4</p>

Fonte: Dados da pesquisa (2023)

A observação participante constitui um método pelo qual o pesquisador se integra como observador em uma situação social. Na pesquisa qualitativa, a estreita relação com os interlocutores é não apenas vantajosa, mas também essencial (Gil, 2021). Deste modo, a observação participante se torna uma peça fundamental no trabalho de campo para estudos qualitativos (Minayo, 2009).

5 COLETA E ANÁLISE DE DADOS

No primeiro exercício da Aula 1, o objetivo foi apresentar a história dos poliedros por meio de uma aula expositiva prática com uso dos *tablets*, em que o professor ministrante apresentou à turma os *QR-Codes* de cada poliedro. Os estudantes, neste primeiro momento, foram avaliados por sua participação, interesse e habilidade de manuseio do recurso tecnológico (Figura 1):



Figura 1. Estudantes e seu primeiro contato com a ferramenta digital
Fonte: Dados da pesquisa (2023)

Na Figura 2, podemos observar os estudantes utilizando as ferramentas *ampliar* e *redimensionar* distintas figuras espaciais, além dos poliedros abordados:

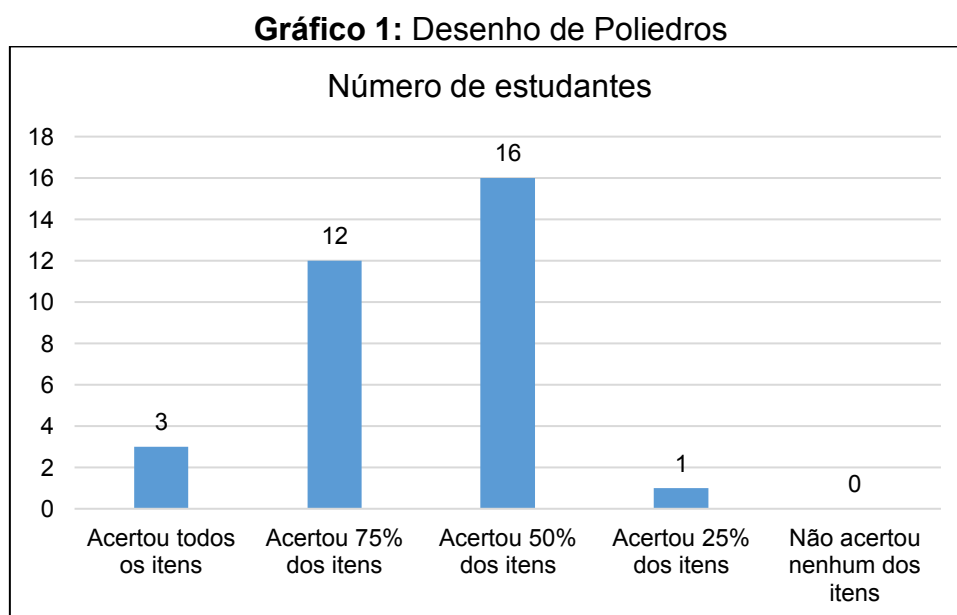


Figura 2. Estudantes visualizam distintos sólidos geométricos
Fonte: Dados da pesquisa (2023)

O propósito da primeira aula foi visualizar os poliedros e outras figuras espaciais de vários ângulos e perspectivas com uso do aplicativo da Sólidos RA por meio da experimentação, seguido de duas outras atividades.

Na segunda atividade realizada na Aula 1, foi solicitado aos estudantes que desenhassem representações planas da superfície (vistas de cima) de oito poliedros. Todos os estudantes participaram ativamente da atividade. No entanto, vários deles relataram encontrar dificuldades durante o processo. Foram realizadas perguntas sobre quais as dificuldades que eles encontraram ao utilizar o aplicativo Sólidos RA, ao utilizar a função de criar de objetos tridimensionais. Nesse momento, observou-se que metade da turma não conseguiu visualizar os objetos geométricos e entender o que seriam vértices, arestas e faces de cada artefato digital, relatando que nunca tinham visto ou estudado. A outra metade da sala já conhecia os sólidos e responderam quase todas as perguntas.

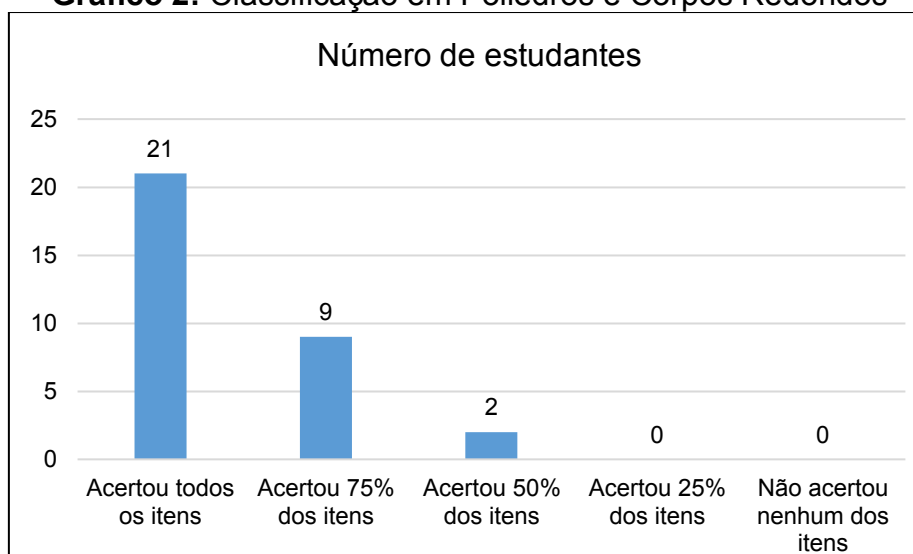
Para quantificar os resultados das questões aplicadas, elaborou-se um exercício de sondagem com todos os participantes. Para fornecer uma análise mais detalhada, o Gráfico 1 apresenta os números de acertos obtidos:



Fonte: Dados da pesquisa (2023)

Na terceira atividade realizada na Aula 1, os estudantes foram instruídos a identificar e classificar oito sólidos geométricos em duas categorias: poliedros ou corpos redondos. Todos os estudantes participaram da atividade. Observou-se que a maioria dos estudantes relatou facilidade ao realizar a atividade. O Gráfico 2 ilustra os números de acertos obtidos:

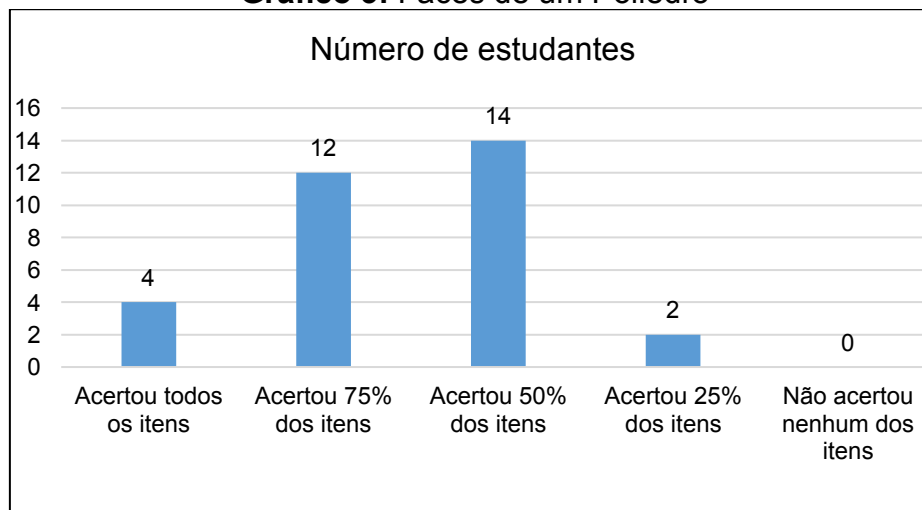
Gráfico 2: Classificação em Poliedros e Corpos Redondos



Fonte: Dados da pesquisa (2023)

Na continuação da atividade anterior, os estudantes receberam outras instruções para associar corretamente os oito poliedros às suas respectivas faces, em que todos participaram. Entretanto, alguns deles enfrentaram dificuldades no entendimento de face ao realizar o exercício. O Gráfico 3 apresenta a distribuição de acertos:

Gráfico 3: Faces de um Poliedro

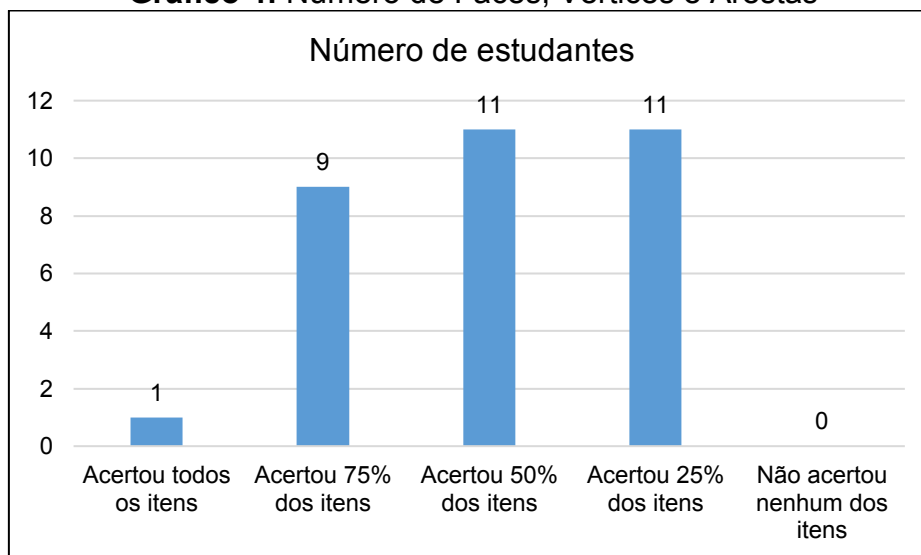


Fonte: Dados da pesquisa (2023)

O quarto exercício foi proposto na Aula 2, em que os estudantes foram orientados a criar um quadro para preencher informações sobre o número de faces, vértices e arestas de cada um dos oito poliedros apresentados. Contudo, a maioria dos estudantes relatou ter enfrentado dificuldades de visualização das faces, arestas e vértices de alguns objetos

tridimensionais durante a realização da tarefa. O Gráfico 4 mostra a distribuição dos acertos obtidos:

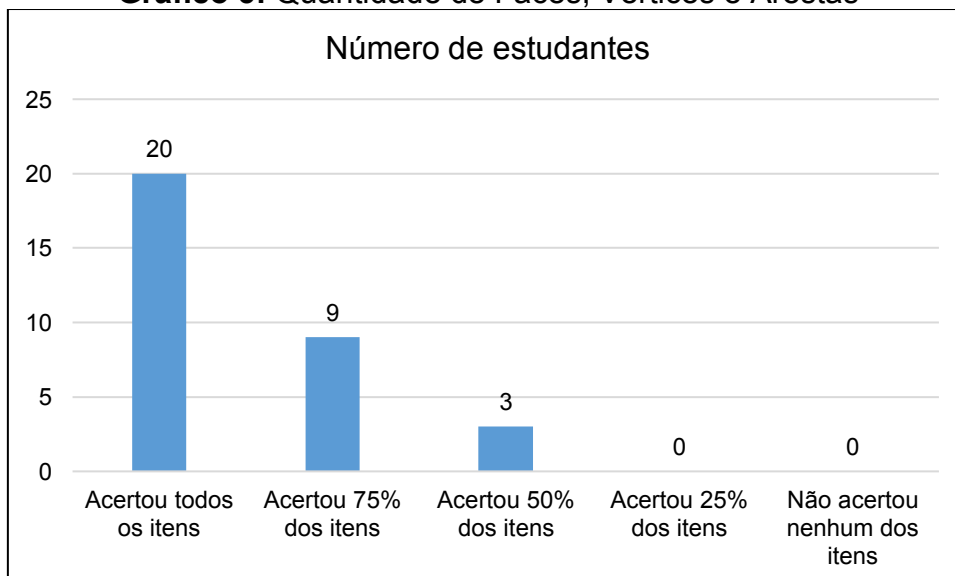
Gráfico 4: Número de Faces, Vértices e Arestas



Fonte: Dados da pesquisa (2023)

Já na continuação da quarta atividade da Aula 2, a proposta foi semelhante ao exercício anterior. Contudo, os estudantes foram orientados a utilizar o aplicativo Sólidos RA para visualizar e, assim, determinar o número de faces, vértices e arestas dos poliedros. O Gráfico 5 exibe a quantidade de acertos obtidos nesta atividade:

Gráfico 5: Quantidade de Faces, Vértices e Arestas



Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

A última atividade foi realizada na Aula 3, onde foi observado um notável aumento no número de acertos, bem como uma dinâmica muito positiva de engajamento na turma, com os estudantes demonstrando grande interesse no conteúdo estudado, que naquele momento era sobre de planificação dos sólidos:

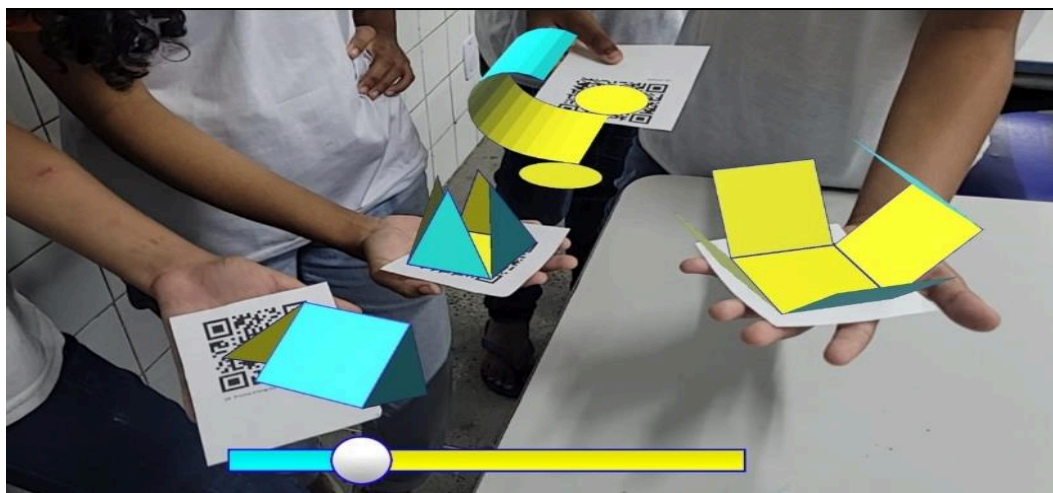
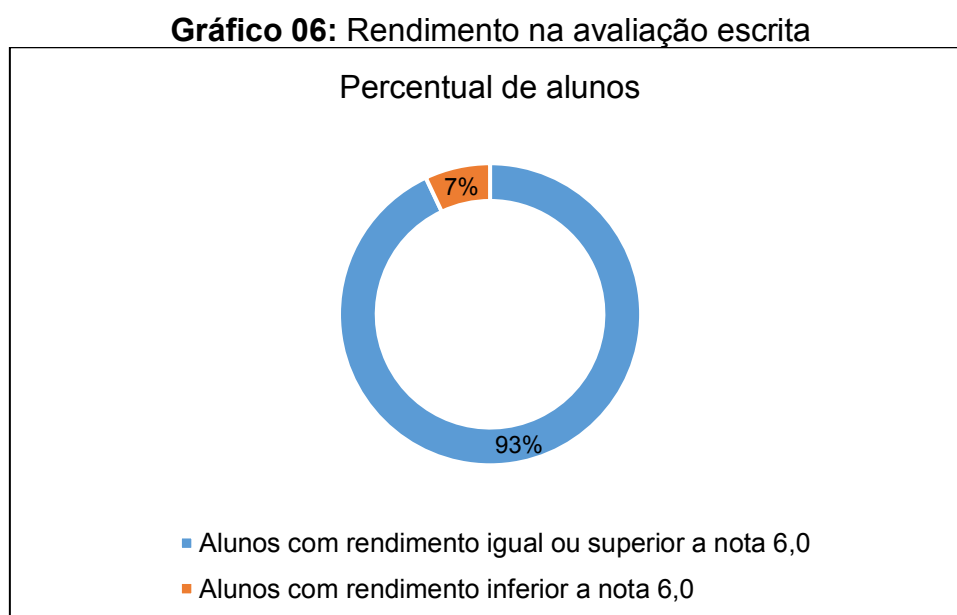


Figura 3. Planificação de Sólidos com o aplicativo Sólidos RA.
Fonte: Dados da pesquisa (2023)

A avaliação escrita individual (Quadro 1) consistiu em cinco questões, sendo quatro do tipo objetiva e uma subjetiva, todas relacionadas à temática de sólidos geométricos aplicados na terceira e última aulas. Verificamos que o desempenho da turma foi satisfatório. O Gráfico 6 detalha a porcentagem de estudantes que obtiveram nota igual ou superior a 6,0 ($n \geq 6$), equivalente à média escolar:



Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

Verificamos que 93% dos estudantes alcançaram rendimento igual ou superior a nota 6,0, demonstrando um resultado geral adequado. Nesta perspectiva, a RA oferece uma gama diversificada de materiais, dos quais destacamos o Sólidos RA, não somente no contexto tecnológico, mas também, incluindo a HM ao envolver conceitos teóricos no propósito de melhorar a aprendizagem e o rendimento escolar da turma. Como colocado por Lubachewski e Cerutti (2020, p. 7-8):

As tecnologias trazem motivação e transformação significativas para aprendizagem dos estudantes, tendo em vista, que não há obrigatoriedade ao professor utilizar estes métodos, apenas são possibilidades de ensino, para que os alunos tenham mais rendimento escolar, principalmente nas aulas de Matemática (Lubachewski & Cerutti, 2020, p. 7-8)

Mas para além dos resultados numéricos, ressaltamos também os aspectos considerados qualitativos verificados na observação-participante. Os resultados obtidos revelaram uma dinâmica bastante interessante dentro da sala de aula durante o período em que utilizamos a RA como recurso didático. Durante as atividades práticas observamos que os estudantes demonstraram maior engajamento e interesse pelo tema estudado (Figura 4):

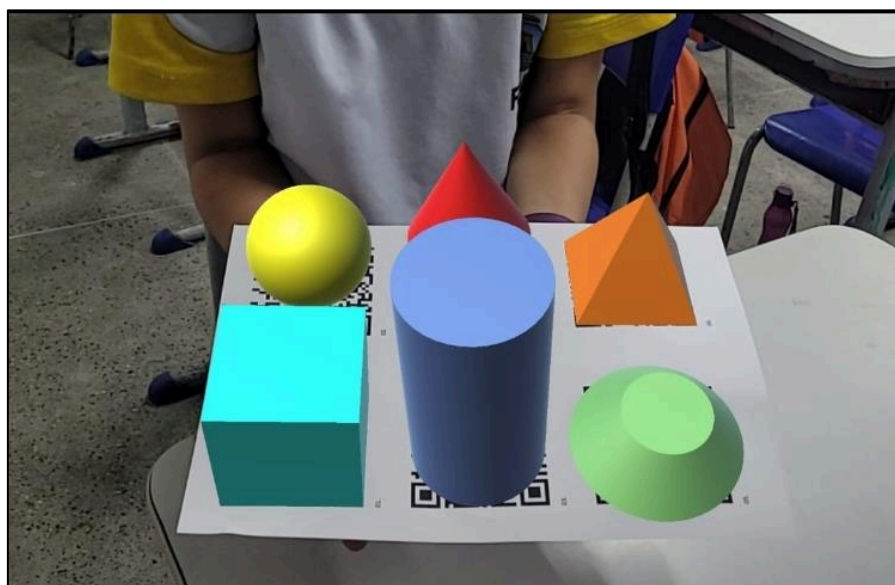


Figura 4. Sólidos Geométricos em RA
Fonte: Dados da pesquisa (2023)

Ademais, a interação entre os estudantes e o professor mostrou-se mais aberta e colaborativa, proporcionando um ambiente favorável para a troca de conhecimentos e experiências, em que a turma, de modo geral, manifestou grande satisfação ao aprender Matemática por meio desta ferramenta.

A abordagem qualitativa (Gil, 2021) também permitiu uma compreensão mais profunda do contexto social dos estudantes, levando em consideração suas vivências e perspectivas individuais. Notou-se que alguns estudantes enfrentavam dificuldades em relação ao acesso a recursos educacionais fora da escola, o que pode influenciar seu desempenho e motivação no estudo de Matemática (Costa et al., 2012).

Esta compreensão de natureza holística das circunstâncias possibilitou ao professor traçar uma estratégia de ensino mais inclusiva, interativa e lúdica, visando atender às necessidades específicas do público-alvo e promovendo uma aprendizagem mais significativa.

Portanto, os resultados gerais deste estudo de caso fornecem informações relevantes, em que ao analisar os dados obtidos na pesquisa, entendemos que estes oferecem resultados encorajadores no tocante ao uso da RA para o estudo de sólidos geométricos nessa etapa escolar. Ao proporcionar uma experiência interativa, esse recurso demonstrou-se como uma estratégia eficaz para potencializar o ensino e a aprendizagem, despertar o interesse dos estudantes e enriquecer a compreensão de conceitos matemáticos.

Por fim, ao analisar os dois registros de visualização dos objetos tridimensionais – o primeiro para quantificar os vértices, faces e arestas; o segundo para associar a nomenclatura dos sólidos 3D a cada *QR-Code* disponibilizado pelo professor de matemática – percebemos, para além das potencialidades epistemológicas e metodológicas, que a abordagem da aula permitiu uma organização dos dados coerente, com uma estrutura significativa para a sua avaliação. Isto contribuiu para as soluções de cada questão proposta, bem como evidenciou a possibilidade de correção de concepções equivocadas acerca dos entes geométricos abordados.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo explorar a articulação da RA e da HM como recurso pedagógico para o ensino de sólidos geométricos, direcionado a estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental. Na ocasião, implementou-se o uso do aplicativo Sólidos RA como ferramenta no processo de ensino dos sólidos geométricos e de suas características. Além disso, realizamos um mapeamento de pesquisas científicas concernentes à temática do trabalho, com referenciais que tratam das tecnologias digitais no ensino e, em específico,

a RA para a aprendizagem de alguns conceitos em Geometria Espacial. Além disso, buscamos fazer um paralelo do tema com a História da Matemática, trazendo resultados e análises após a conclusão do trabalho *in loco*.

Mediante aos resultados apresentados e sua análise, observamos que o uso da RA em sala de aula proporcionou aos estudantes uma experiência interativa e enriquecedora, contribuindo para um maior engajamento e interesse no tema em estudo. Ao analisar cada resolução apresentada pelos estudantes e compará-las com a história e os conceitos estudados, em especial a relação euleriana, deduzimos que os estudantes foram capazes de visualizar as representações geométricas na avaliação de maneira significativa, visto que a utilização da RA mostrou-se particularmente eficaz na compreensão das características dos sólidos geométricos.

A partir do mapeamento de trabalhos sobre a HM como recurso pedagógico, o seu uso mostrou-se valioso para contextualizar o conteúdo estudado. Os estudantes foram capazes de perceber a relevância e a aplicação desses conceitos no desenvolvimento da Geometria ao longo do tempo. Isso proporcionou uma perspectiva mais ampla e profunda do tema em estudo, despertando a curiosidade e o interesse dos envolvidos. Ao conhecer a trajetória histórica dos sólidos geométricos, os estudantes perceberam como o pensamento matemático evoluiu e como suas aplicações estão presentes no mundo atual.

Além disso, os resultados deste estudo também sugerem que a RA e a HM despontam como recursos educacionais promissores no ensino de Matemática. Tais recursos didáticos podem ser aliados valiosos para os educadores que buscam superar os desafios de ensinar a matemática. Entretanto, é fundamental ressaltar que o sucesso desta implementação está intrinsecamente ligado a uma boa formação docente.

De modo geral, consideramos importante observar a realidade social dos estudantes, haja vista que nem todos têm igual acesso a recursos tecnológicos fora do ambiente escolar, o que pode influenciar em seu desempenho e motivação nos estudos. Neste sentido, consideramos que políticas educacionais que visem reduzir as desigualdades de acesso à tecnologia e ao conhecimento são fundamentais para promover uma educação mais equitativa. Nos limites de um estudo de caso, esta pesquisa buscou contribuir para o enriquecimento dos estudos na área de ensino de Matemática. Em um momento posterior, pretendemos ampliar o número de estudantes pesquisados, explorando ainda mais a integração dessas ferramentas e seu impacto na aprendizagem.

Por fim, espera-se que este estudo possa inspirar outros professores e pesquisadores a explorar novas abordagens e tecnologias para aprimorar o ensino e aprendizagem de Matemática, buscando preparar os estudantes para enfrentar os desafios do mundo contemporâneo.

REFERÊNCIAS

- Bernardes, A. (2019). Uma Proposta para Integrar a História da Matemática ao Ensino de Matemática: história das matrizes e as regras do discurso matemático. *Hipátia*, 4(1), 84-101.
- Brasil. (2018). *Base Nacional Comum Curricular*. Educação é a Base. Ministério da Educação. Brasília: MEC. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 18 jul. 2023.
- Brito, G. S., & Purificação, I. (2012). *Educação e Novas Tecnologias: um repensar*. São Paulo: Pearson.
- Brito, J. G. R., & Geller, M. T. B. (2019). MoleculAR: simulador para o auxílio no ensino de química molecular para estudantes da 1º série do ensino médio usando realidade aumentada. *Tecnologias, Sociedade e Conhecimento*, 6(1), 70–89.
- Camargo, F., & Daros, T. (2021). *A sala de aula digital: estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo, on-line e híbrido*. Porto Alegre: Penso.
- Costa, F. A., Rodriguez, C., Cruz, E., & Fradão, S. (2012). *Repensar as TIC na educação: o professor como agente transformador*. Lisboa: Santillana.
- D'Ambrosio, U. (2009). *Educação matemática: da teoria à prática* (17ª ed). São Paulo: Papirus.
- Eves, H. (2011). *Introdução à História da Matemática*. (Eds.). Domingues, H. H. (5ª ed.). Campinas: Editora Unicamp.
- Ferreira, L. A., Cruz, B. D. S., Alves, A. O., & Lima, I. P. (2020). Ensino de matemática e Covid-19: práticas docentes durante o ensino remoto. *Revista EM TEIA*, 11(2), 1-15.
- Flick, U. (2004). *Introdução à pesquisa qualitativa* (2ª ed.). Porto Alegre: Bookman.
- Fuza, A. F., & Miranda, F. D. S. S. (2020). Tecnologias digitais, letramentos e gêneros discursivos nas diferentes áreas da BNCC: reflexos nos anos finais do ensino fundamental e na formação de professores. *Revista Brasileira de Educação*, 25.
- Gil, A. C. (2010). *Como elaborar projetos de pesquisa* (5ª ed.). São Paulo: Atlas.
- Gil, A. C. (2021). *Como fazer pesquisa qualitativa*. São Paulo: Atlas, 1.

- Lemos, B. M., & Carvalho, C. V. de A. (2010). Uso de realidade aumentada para apoio ao entendimento da relação de Euler. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, 8(2).
- Lima, M. G., & Rocha, A. A. S. da. (2022). As Tecnologias Digitais no Ensino de Matemática. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, 8(5), 729–739.
- Lubachewski, G. C., & Cerutti, E. (2020). Tecnologias Digitais: uma Metodologia Ativa no Processo Ensino-Aprendizagem. In *VIII Jornada Nacional de Educação Matemática e XXI Jornada Regional de Educação Matemática* (11 pp.), Universidade de Passo Fundo, 06-08 de maio.
- Miguel, A., & Miorim, M. A. (2011). *História na Educação Matemática: propostas e desafios* (2ª ed.). Belo Horizonte: Autêntica Editora, 208 p. (Coleção Tendências em Educação Matemática).
- Minayo, M. C. S. (Org.). (2009). *Pesquisa social: teoria, método e criatividade* (28ª ed.). Petrópolis: Vozes.
- Moran, J. M. (2007). *A educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá*. São Paulo: Papirus.
- Mota, F. da C. Q. (2021). *O uso das TDIC no Ensino Médio Integrado em um Campus do IFNMG, no contexto do ensino remoto*. (Dissertação de Mestrado Profissional em Educação). Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, Brasil.
- Palhano, M., Oliveira, F. de., & Grossi, L. (2019). A realidade aumentada no ensino de sólidos geométricos. In *VIII Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2019)* (10 pp.), Sociedade Brasileira de Computação (SBC), 11-14 de novembro.
- Roque, T. (2012). *História da Matemática: uma visão crítica, desfazendo mitos e lendas*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar.
- Sales, M. V. S., & Kenski, V. M. (2021). Sentidos da Inovação em suas Relações com a Educação e as Tecnologias. *Revista da FAEEBA-Educação e Contemporaneidade*, 30(64), 19-35.
- Silva, R. C. D., & Vasconcelos, C. A. (2019). Realidade Aumentada como Apoio à Aprendizagem de Poliedros. *Ensino da Matemática em Debate*, 6(2), 50–71.
- Yin, R. K. (2015). *Estudo de caso: planejamento e métodos*. (Trad. Grassi, D.) (2ª ed.). Porto Alegre: Bookman.

NOTAS DA OBRA

TÍTULO DA OBRA

Realidade Aumentada e História da Matemática: um Estudo de Caso no Ensino Fundamental.

Paulo Vitor da Silva Santiago

Mestre em Ensino de Ciências e Matemática (UFC)
Secretaria Estadual de Educação do Ceará, Fortaleza, Brasil
paulovitor.paulocds@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-6608-5452>



Francisco Cleuton de Araújo

Mestre em Matemática (UFERSA)
Secretaria Municipal de Educação de Fortaleza, Fortaleza, Brasil
cleutonaraujo86@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-5955-6324>

José Rogério Santana

Doutor em Educação (UFC)
Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil
rogesantana@ufc.br
<https://orcid.org/0000-0002-8327-5864>

Endereço de correspondência do principal autor

Avenida da Universidade 2853, Benfica, CEP 60020-181, Fortaleza, CE, Brasil.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: P. V. S. Santiago e F. C. Araújo

Coleta de dados: P. V. S. Santiago e F. C. Araújo

Análise de dados: P. V. S. Santiago e F. C. Araújo

Discussão dos resultados: P. V. S. Santiago e F. C. Araújo

Revisão e aprovação: J. R. Santana

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO

Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES

Não se aplica.

LICENÇA DE USO – uso exclusivo da revista

Os autores cedem à **Revemat** 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 – uso exclusivo da revista

Universidade Federal de Santa Catarina. Grupo de Pesquisa em Epistemologia e Ensino de Matemática (GPEEM). Publicação no [Portal de Periódicos UFSC](#). As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião dos editores ou da universidade.

EQUIPE EDITORIAL – uso exclusivo da revista

Mérciles Thadeu Moretti
Rosilene Beatriz Machado
Débora Regina Wagner
Jéssica Ignácio
Eduardo Sabel

HISTÓRICO – uso exclusivo da revista

Recebido em: 05-09-2023 – Aprovado em: 15-01-2024

