

Realidade Aumentada no Ensino de Sólidos Geométricos para o Ensino Fundamental: relato de experiência em uma escola pública de Fortaleza-CE-Brasil

Paulo Vitor da Silva Santiago¹
Francisco Cleuton de Araújo²

Resumo: A Realidade Aumentada combina o mundo real e objetos virtuais na tela do celular, de tal forma que parecem sair do mundo real. O objetivo desta pesquisa é descrever uma experiência na disciplina de Matemática, usando a realidade aumentada para a aprendizagem de sólidos geométricos, voltada para estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental. A partir de uma pesquisa vivenciada em uma turma de 6º ano do Ensino fundamental, foi elaborada e proposta uma atividade interativa, que consiste em um instrumento criado em um aplicativo chamado Sólidos RA para smartphones. O trabalho foi desenvolvido numa Escola Pública, considerados em sua maioria imigrantes digitais.. Os resultados do estudo foram satisfatórios, demonstrando que o uso do aplicativo Sólidos RA e da interface da realidade aumentada propiciam um ambiente escolar favorável ao processo de ensino e aprendizagem com uso da tecnologia digital para o ensino de sólidos geométricos.

Palavras-chave: Geometria. Engenharia Didática. Sólidos Geométricos. Realidade Aumentada.

Augmented Reality in the Teaching of Geometric Solids for Elementary School: experience report in a public school in Fortaleza-CE-Brazil

Abstract: Augmented Reality combines the real world with virtual objects on the mobile screen in such a way that they appear to emerge from the real world. The objective of this research is to describe an experience in the field of Mathematics, using augmented reality for the learning of geometric solids, targeting students in the final years of Elementary School. Based on a study conducted in a 6th-grade class, an interactive activity was developed and proposed, consisting of a tool created in an application called "Solid AR" for smartphones. The work was carried out in a public school, where the majority of students were considered digital immigrants. The results of the study were satisfactory, demonstrating that the use of the "Solid AR" application and augmented reality interface create a favorable school environment for the teaching and learning process, incorporating digital technology in the instruction of geometric solids.

Keywords: Geometry. Didactic Engineering. Geometric solids. Augmented Reality.

Realidad Aumentada en la Enseñanza de Sólidos Geométricos para la Enseñanza Básica: relato de experiencia en una escuela pública de Fortaleza-CE-Brasil

Resumen: La Realidad Aumentada combina el mundo real con objetos virtuales en la pantalla del teléfono móvil de tal manera que parecen surgir del mundo real. El objetivo de esta investigación es describir una experiencia en la disciplina de Matemáticas, utilizando la realidad aumentada para el aprendizaje de sólidos geométricos, dirigida a estudiantes de los últimos años de la Educación Primaria. Basándose en un estudio llevado a cabo en una clase de sexto grado, se desarrolló y propuso una actividad interactiva que consiste en una herramienta creada en una aplicación llamada "Sólidos RA" para teléfonos inteligentes. El trabajo se realizó en una escuela pública, donde la mayoría de los estudiantes fueron considerados inmigrantes digitales. Los resultados del estudio fueron satisfactorios, demostrando que el uso de la aplicación "Sólidos RA" y la interfaz de realidad aumentada crean un

¹ Doutorando em Ensino, RENOEN-UFC, Docente da Secretaria de Educação do Estado do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil. E-mail: paulovitor.paulocds@gmail.com – Orcid: <http://orcid.org/0000-0002-6608-5452>.

² Doutorando em Ensino, RENOEN-UFC, Docente da Secretaria de Educação de Fortaleza, Fortaleza, CE, Brasil. E-mail: cleuton_araujo@hotmail.com – Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5955-6324>.

entorno escolar propicio para el proceso de enseñanza y aprendizaje con el uso de la tecnología digital para la enseñanza de sólidos geométricos.

Palabras clave: Geometría. Ingeniería Didáctica. Sólidos geométricos. Realidad aumentada.

1 Introdução

A utilização de recursos tecnológicos tem se tornado cada vez mais relevante para a educação, oferecendo novas perspectivas e possibilidades para o ensino nas mais diversas áreas do conhecimento. Nossa abordagem utiliza um aplicativo digital denominado Sólidos RA, projetado especificamente para o ensino de geometria a partir da Realidade Aumentada, e que pode ser utilizado com estudantes de qualquer faixa etária. Presser *et al.* (2023, p. 45, tradução nossa), “[...] os leitores podem se perguntar sobre a adequação do desenvolvimento e a base pedagógica para usar a tecnologia dessa maneira”.

Ainda que haja uma grande variedade de dispositivos tecnológicos digitais, como computadores, internet e *tablets*, sendo introduzidos nas escolas brasileiras desde 1980, essas ferramentas ainda não têm sido completamente aproveitadas para promover mudanças significativas nas práticas pedagógicas. Embora sejam considerados recursos didáticos, ainda não são explorados em sua totalidade pelos professores, mas possuem grande potencial para incentivar melhorias efetivas no processo de ensino e aprendizagem (VALENTE, 2013). Nesse cenário, acreditamos que a Realidade Aumentada (RA) seja uma boa escolha, capaz de aumentar a compreensão de conceitos complexos que envolvem os sólidos geométricos.

Este trabalho consiste em um relato de experiência e foi desenvolvido em uma escola pública municipal de Fortaleza, capital do Ceará, com duas turmas de estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental (EF), totalizando sessenta participantes. O relato foi construído a partir de um estudo de caso, com abordagem de natureza qualitativa e exploratória no que diz respeito à elaboração das atividades. Com uso de ferramentas tecnológicas e o aplicativo Sólidos RA os estudantes foram submetidos a sessões de ensino interativas e imersivas.

Nesse ínterim, investigamos o potencial do uso da RA para melhorar o ensino de matemática, sobretudo no que diz respeito ao estudo de sólidos geométricos. Acredita-se que a inclusão da RA no processo educacional pode incentivar o envolvimento dos estudantes, despertando o interesse e a curiosidade, além de facilitar a assimilação de alguns conceitos abstratos e complexos, permitindo realizar o levantamento de hipóteses a partir de questões relacionados à geometria espacial.

Partindo dessas premissas, como pergunta diretriz busca-se saber: a aprendizagem de sólidos geométricos pode ser favorecida através do uso da tecnologia RA? Com base nesse

questionamento, o objetivo deste estudo é descrever uma experiência sobre o uso da realidade aumentada para o ensino de sólidos geométricos com o aplicativo Sólidos RA, buscando favorecer a percepção espacial dos estudantes. Em especial, as atividades estruturadas apresentam conceitos de quantificação e estabelecimento de relações entre vértices, faces e arestas na visualização e aprendizagem de conceitos geométricos.

Além disso, apresentamos evidências e reflexões sobre a eficiência do uso da RA no ensino de sólidos geométricos, contribuindo para o aperfeiçoamento das práticas pedagógicas e fornecendo subsídios para a utilização dessa tecnologia como uma estratégia educacional inovadora e eficiente.

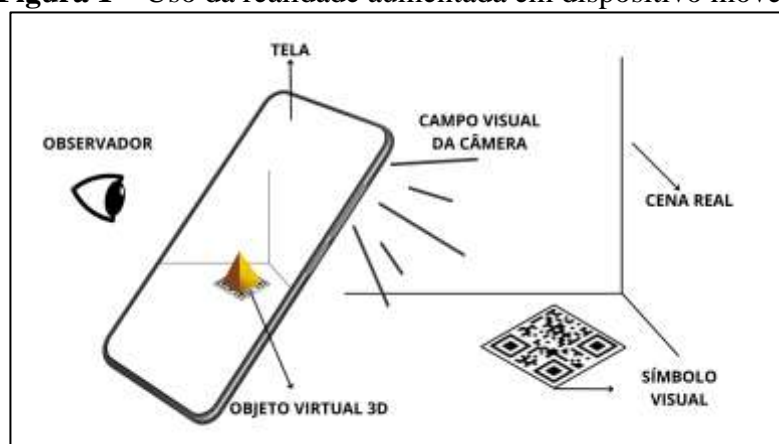
2 Realidade aumentada para o suporte educacional

A ferramenta RA é utilizada por pesquisadores desde o início dos anos 90. A sua definição é baseada em diferentes realidades, onde os objetos reais e virtuais se conectam em uma única tela de visualização e o usuário tem uma visão virtual compostas por reais e virtuais (MILGRAM *et al.*, 1995).

Azuma (1997) relata que a RA não se limita apenas à visão virtual e real ligada a outras tecnologias, mas também tem outras características, como a união do real e virtual, interação em tempo real e registros em 3D. A tecnologia RA é multidisciplinar e está presente em “pelo menos seis classes de potenciais aplicações [...]” e “[...] foram exploradas: visualização médica, manutenção e reparo, anotação, planejamento do caminho do robô, entretenimento, e navegação e seleção de alvos de aeronaves militares” (AZUMA, 1997, p. 356, tradução nossa).

Na Figura 1 temos um exemplo de como funciona a RA em dispositivos móveis:

Figura 1 – Uso da realidade aumentada em dispositivo móvel



Fonte: Elaboração dos autores

A RA para o apoio educacional utiliza alguns elementos do mundo real e virtual (Figura 1). Isso resulta na impressão de um símbolo visual (marcador que serve de referência para a projeção do objeto virtual em 3D) no campo visual da câmera, *tablet* ou qualquer dispositivo móvel, podendo ser o sistema operacional *Android* ou *IOS*. Em seguida, através da câmera do celular, é possível identificar ou detectar o símbolo visual. Alguns aparelhos necessitam da instalação de programas com reconhecimento de marcadores. Dessa forma, podemos ver os objetos virtuais em 3D na tela do celular, e estes podem conter movimentos, animações e inserções feitas pelo usuário (observador).

A interação entre o usuário e a RA proporciona um cenário real do ensino e da aprendizagem, transformando o objeto tradicional desenhado no papel e lápis em um objeto virtual em tempo real, que contém várias funções e dimensões, com visualização possível sob diversos pontos de vista. Dessa forma, a RA tem como objetivo retratar e inserir situações imaginárias, utilizando diversas definições, de acordo com Kirner e Tori (2006, p. 25):

a) é uma particularização de realidade misturada, quando o ambiente principal é real ou há predominância do real; b) é o enriquecimento do ambiente real com objetos virtuais, usando algum dispositivo tecnológico, funcionando em tempo real; c) é uma melhoria do mundo real com textos, imagens e objetos virtuais, gerados por computador; d) é a mistura de mundos reais e virtuais em algum ponto da realidade/virtualidade contínua que conecta ambientes completamente reais a ambientes completamente virtuais; e) é um sistema que suplementa o mundo real com objetos virtuais gerados por computador, parecendo coexistir no mesmo espaço e apresentando as seguintes propriedades: combina objetos reais e virtuais no ambiente real; executa interativamente em tempo real; alinha objetos reais e virtuais entre si; aplica-se a todos os sentidos, incluindo audição, tato e força e cheiro.

Para Villela Reis e Kirner (2012), as aplicações de RA oferecem abordagens construtivistas ao ensino e à aprendizagem, segundo as quais os estudantes são participantes ativos e podem ser direcionados pelo professor, o que o torna mais eficaz as explorações que esses cenários reais e virtuais proporcionam na exploração de artefatos.

Há uma grande variedade de plataformas de interação para fins educacionais. É notório que a RA ainda está em processo de desenvolvimento e é pouco difundida entre alguns professores. No entanto, sugere-se incluir aplicações com o tema para os estudantes, o que pode facilitar a compreensão dos conceitos matemáticos através da representação direta de seus objetos virtuais. Desta forma, vários trabalhos sobre essa temática têm sido publicados no Brasil, especificamente com o uso da tecnologia digital da RA em conjunto com o ensino de Matemática. Destacamos dois deles, em que descrevemos suas aplicações no cenário

educacional.

Soares, Santana e Santos (2022), inseriram a RA no ensino de Geometria Espacial, apresentando os desafios na aprendizagem dos estudantes, fundamentados pela Sequência Fedathi (SF) e o *software* GeoGebra. A Sequência Fedathi propõe que, quando apresentado a um novo desafio, o aluno é compelido a replicar o processo de resolvê-lo, realizando o processo que um matemático segue quando se concentra em uma tarefa específica. Em seus ensaios, os autores exploram os dados relacionados à questão e realizam experimentos para testar diferentes possibilidades. Examinando possíveis erros, a análise explorou vários caminhos que poderiam levar a uma solução (BORGES NETO, 2001). Na busca pelo conhecimento, procurou-se criar uma solução, testar meticulosamente os resultados para identificar quaisquer erros ou erros, retificá-los e, por fim, gerou um resultado bem-sucedido, com um modelo didático possível de ser replicado.

Os autores apresentaram uma análise das tecnologias digitais no ensino de Geometria Espacial, destacando evidências relevantes para os leitores. Dentre estas evidências, destacaram como o uso da Geometria Dinâmica a partir do GeoGebra poderia proporcionar o dinamismo do ensino tradicional, criar um ambiente interativo, criativo e que incentivasse a construção de novos conhecimentos relacionados ao ensino de Matemática.

Algumas demonstrações foram realizadas no âmbito educacional, com uso do celular e do aplicativo GeoGebra Suite em uma construção em 3D. Esta atividade foi aplicada para uma turma da Universidade Federal do Ceará (UFC), do curso de Licenciatura em Pedagogia, composta por 20 estudantes e através da plataforma Google *Meet*. Os resultados e conclusões demonstram que a experiência vivida pelos sujeitos foi validada junto à SF e RA no processo de ensino e aprendizagem de Geometria Espacial, favorecendo o pensamento geométrico e conceitos matemáticos para a formação docente.

Recentemente, Santiago e Alves (2023) publicaram um artigo que mostrou como o uso de Problemas Olímpicos (PO) poderia auxiliar o ensino do conteúdo da circunferência circunscrita no triângulo equilátero. Para isso, os autores criaram uma proposta didática com uso da RA associada a um problema da Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas e Privadas (OBMEP). Os autores partiram do conceito de Situação Didática Olímpica (SDO), proposto em Alves (2021), e seu uso em um ambiente interativo, como o GeoGebra.

Ao longo do texto, os autores apresentaram imagens de cada etapa que poderia ser usada. Em seguida, disponibilizaram *links* das construções em 2D (duas dimensões), 3D e sua versão na RA. Esse trabalho mostrou que a função RA para visualizar os objetos em 3D

proporciona a percepção de entender esses objetos, e assim vivenciar as possibilidades da RA e das diferentes dimensões no GeoGebra. Vale lembrar que esta função pode ser restrita em alguns dispositivos móveis, mas podem ser exploradas em outros e isso deve ser observado pelo docente ao elaborar as suas atividades.

3 O aplicativo Sólidos RA

O primeiro modelo de *software* do Sólidos RA foi criado em 2020, como resultado de um trabalho da disciplina de Tópicos Especiais em Educação Matemática, do curso de Licenciatura em Matemática do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES). No final de 2020, o Sólidos RA foi disponibilizado gratuitamente para celulares e *tablets* na loja de aplicativos *Google Play Store*. Ele foi lançado inicialmente com dois módulos: Visualização e Criação. Ao longo do tempo, foram feitas atualizações com melhorias gerais em sua utilização e a inclusão de três outros módulos. Além do idioma português, o aplicativo foi traduzido para outras línguas, como inglês, espanhol, alemão e malaio (AMORIM, 2022).

O aplicativo Sólidos RA³ é uma ferramenta de realidade aumentada desenvolvida especialmente para auxiliar o estudo e a visualização de sólidos geométricos. A RA, por sua vez, é uma tecnologia que combina elementos virtuais com o ambiente real, proporcionando uma experiência interativa e imersiva. O aplicativo Sólidos RA usa a câmera do *smartphone* ou *tablet* para sobrepor elementos virtuais aos objetos físicos, em que os estudantes podem explorar sólidos geométricos em 3D de uma forma mais prática e dinâmica.

Ao utilizar o aplicativo, os estudantes podem visualizar os sólidos geométricos em seus ambientes reais, movendo-se ao redor deles e observando-os de diferentes ângulos. Isso torna a compreensão das características das figuras tridimensionais mais aprofundada, como a visualização de vértices, faces e arestas. A ferramenta também oferece recursos de planificação, para que os estudantes visualizem as formas planas correspondentes aos sólidos geométricos. Isso ajuda os estudantes a estabelecer conexões entre as representações bidimensionais e tridimensionais dessas figuras, sendo um aporte ao desenvolvimento do pensamento espacial e à compreensão das propriedades dos sólidos geométricos.

Na Figura 2 temos a ilustração da interface inicial do aplicativo Sólidos RA:

¹ Disponível em: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.LuMuGames.SolidosRA&hl=pt_BR&gl=US&pli=1.

Figura 2 – Menu do aplicativo Sólidos RA



Fonte: Sólidos RA (2023).

O aplicativo Sólidos RA oferece uma experiência de visualização e manipulação de sólidos geométricos através da leitura de *QR codes* via *smartphone* ou *tablet*. Ao acessar o menu de informações, é possível fazer o *download* dos módulos disponíveis, cada um com *QR-codes* específicos usados pelo Sólidos RA. O aplicativo oferece um total de cinco módulos diferentes: Visualização, Planificação, Criação, Modelagem e Geoplano.

Com o módulo de Visualização, os usuários podem explorar os sólidos geométricos, permitindo sua rotação, ampliação e observação detalhada de suas características tridimensionais. O módulo de Planificação, por sua vez, permite a visualização das formas planas que correspondem aos sólidos, o que auxilia na compreensão das relações entre as representações bidimensionais e tridimensionais. Os outros módulos não foram objetos de estudo desta pesquisa.

4 Metodologia da pesquisa

A pesquisa foi realizada em uma escola pública municipal de Fortaleza - CE, com duas turmas de estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental, identificadas como Turma A e Turma B, em que 60 estudantes participaram da pesquisa no total. As atividades foram realizadas em cinco aulas, com duração de 55 minutos cada. O trabalho de investigação, denominado estudo

de caso, foi conduzido pelo professor de matemática das turmas, um dos autores deste artigo. E ambas as turmas se mostraram interessadas na pesquisa.

Esta pesquisa se caracteriza como um estudo de caso, com uma abordagem de natureza qualitativa e exploratória, no que diz respeito à estruturação das atividades, planejamento das sessões de ensino, compreensão do espaço em que ocorrem e das possíveis variáveis associadas ao estudo. Para Yin (2001), o estudo de caso é uma abordagem de pesquisa empírica que tem como objetivo investigar um fenômeno contemporâneo em seu contexto natural. É particularmente útil em situações em que as fronteiras entre o contexto e o fenômeno não são claramente visíveis. Com esse tipo de estudo, procura-se ter uma compreensão mais aprofundada do fenômeno em questão, usando diversas fontes de evidência.

A abordagem qualitativa e exploratória valoriza a subjetividade, a variedade de perspectivas e a contextualização dos dados, permitindo uma compreensão mais aprofundada dos fenômenos sociais e humanos. Além do mais, a pesquisa qualitativa também se preocupa com o processo de pesquisa em si, reconhecendo a relevância da interação entre o pesquisador e os sujeitos, bem como o papel ativo do pesquisador na construção do conhecimento (YIN, 2016).

O percurso seguido para a realização desta pesquisa contou, em um primeiro momento com a estruturação da fundamentação teórica, a partir de uma revisão de literatura, uma análise do perfil dos estudantes e conhecimentos prévios sobre o conteúdo a ser ensinado. Em seguida, buscamos compreender as possíveis variáveis da pesquisa na elaboração das atividades, elaboramos os instrumentos de coleta de dados (questionários), que por sua vez foram implementados e coletamos as respostas de cada estudante.

No caso deste trabalho, elaboramos um questionário para as turmas A e B, aplicados em diferentes situações para os estudantes. O objetivo foi identificar o percentual de acertos e erros nas questões de geometria, para validar e responder objetivo principal da pesquisa. Nesta fase, os estudantes usaram o aplicativo Sólidos RA, responderam o questionário e o professor pesquisador registrou as observações realizadas durante a experimentação.

O processo investigativo foi conduzido através de um conjunto de atividades programadas e aplicadas em três encontros com os estudantes de cada turma. Nas duas primeiras aulas, as atividades foram planejadas cuidadosamente, visando construir uma sequência didática que envolvia exposição conceitual e conversação, além de uma atividade prática centrada no desenho geométrico.

Durante esta atividade, os estudantes foram estimulados a desenvolver a imaginação e

representar sólidos geométricos em seus cadernos, ao mesmo tempo em que identificavam o número de vértices, faces e arestas de cada figura. Além disso, o professor solicitou que os estudantes realizassem um desenho que representasse a planificação de oito sólidos geométricos, tais como o cubo, o paralelepípedo, o cilindro, o tetraedro, os prismas de base triangular e pentagonal e as pirâmides de base quadrada e hexagonal:

Nas Figuras 3 e 4 temos um registro da interação dos estudantes com o aplicativo:

Figura 3 – Estudantes visualizam sólidos geométricos



Fonte: Acervo dos autores

Figura 4 – Estudante trabalha com RA



Fonte: Elaboração dos autores

No segundo momento, que correspondeu à terceira e quarta aulas, exploramos o estudo dos sólidos geométricos através do uso do aplicativo Sólidos RA. Os módulos abordados foram o de Visualização e o de Planificação, como registrado na Figura 5:

Figura 5 – Estudantes trabalham planificação de sólidos

Fonte: Acervo dos autores

Os estudantes interagiram com o aplicativo e fizeram observações, com o objetivo de estabelecer relações entre vértices, faces e arestas, bem como compreender as planificações ideais para cada sólido. Foi uma oportunidade para que eles explorassem as características dessas figuras de forma visual e interativa. Na última aula, os estudantes foram avaliados para verificar a compreensão dos conceitos e responderam um questionário de experimentação e validação das leituras realizadas pelo aplicativo Sólidos RA.

5 Análise e discussão dos resultados

A primeira questão da avaliação escrita focava na intenção de João em trazer inovação para sua loja de artefatos de matemática, onde ele decidiu oferecer objetos geométricos com formatos variados. A questão era sobre uma pirâmide de base quadrada e solicitava os valores das arestas, vértices e faces desse objeto. As informações referentes a esta questão estão apresentadas nos três quadros a seguir. No Quadro 1, são apresentados os dados referentes ao número de acertos e erros em relação à contagem de faces:

Quadro 1 – Número de Faces

Sala	Acertos	Erros
Turma A	30	02
Turma B	21	07

Fonte: Elaboração dos autores

O resultado obtido foi bastante satisfatório, com 94% dos estudantes da Turma A e 75% dos estudantes da Turma B tendo acertado a questão. O Quadro 2 mostra os dados referentes

ao número de acertos e erros em relação ao número de arestas:

Quadro 2 – Número de Arestas

Sala	Acertos	Erros
Turma A	24	08
Turma B	21	07

Fonte: Elaboração dos autores

Os resultados mostram uma taxa de acerto de 75% tanto na Turma A quanto na Turma B, o que demonstra um resultado significativo de acerto. O Quadro 3 apresenta os dados referentes ao número de acertos e erros em relação ao número de vértices:

Quadro 3 – Número de Vértices

Sala	Acerto	Erro
Turma A	26	06
Turma B	23	05

Fonte: Elaboração dos autores

A Turma A teve uma porcentagem de estudantes que acertaram a questão foi de 81%, enquanto na Turma B esse número foi de 82%. Esse percentual é estatisticamente significativo, o que indica um desempenho muito bom em ambos os grupos.

A segunda pergunta da avaliação escrita tratava do tema dos objetos geométricos e a necessidade de sua visualização em forma plana durante a fabricação. Para ilustrar isso, foi apresentado um tanque de resfriamento em formato de cilindro e solicitou-se a identificação do formato da planificação apresentada na figura. Os resultados dos estudantes que correlacionaram corretamente a planificação com o sólido geométrico são apresentados no Quadro 4:

Quadro 4 - Planificação

Sala	Acertos	Erros
Turma A	30	02
Turma B	21	07

Fonte: Elaboração dos autores

Constatou-se que a Turma A apresentou um índice de acerto de 94% na questão proposta, enquanto a Turma B teve um índice de acerto de 75%. Esses resultados mostram um desempenho satisfatório dos estudantes.

A terceira pergunta da avaliação escrita era sobre as características de um poliedro, incluindo sua base, altura e comprimento. A questão apresentava um prisma com base triangular

e indagava sobre o formato do objeto geométrico. O Quadro 5 apresenta os dados sobre o número de estudantes que associaram o sólido geométrico ao seu nome correspondente.

Quadro 5 – Poliedro

Sala	Acertos	Erros
Turma A	24	08
Turma B	20	08

Fonte: Elaboração dos autores

Os resultados indicam um desempenho satisfatório nas turmas A e B, com 75% e 71% dos estudantes, respectivamente, acertando a questão. A primeira pergunta do questionário indagava sobre a experiência de utilizar o aplicativo Sólidos RA para o estudo de sólidos geométricos. No Quadro 6 encontram-se os dados que refletem a percepção dos estudantes em relação ao emprego do aplicativo de RA:

Quadro 6 – Percepção dos estudantes

Você gostou de utilizar o aplicativo de realidade aumentada no estudo de sólidos geométricos?	Sim	Não
Turma A	32	00
Turma B	28	00

Fonte: Elaboração dos autores

Todos os estudantes das Turmas A e B relataram uma alta satisfação ao utilizar o aplicativo durante as aulas. A segunda pergunta do questionário indagava sobre a contribuição do Sólidos RA na compreensão dos conceitos de sólidos geométricos. No Quadro 7, são exibidos os dados que refletem a percepção dos estudantes em relação ao nível de compreensão alcançado após a incorporação desse aplicativo às aulas:

Quadro 7 – Percepção dos estudantes

Você acha que o aplicativo de realidade aumentada ajudou na compreensão do conteúdo de sólidos geométricos?	Sim	Não
Turma A	32	00
Turma B	27	01

Fonte: Elaboração dos autores

Um total de 100% dos estudantes da Turma A e 96% dos estudantes da Turma B afirmaram que o aplicativo foi benéfico para sua compreensão dos conceitos relacionados a sólidos geométricos.

A análise dos dados obtidos nesta pesquisa forneceu evidências que são favoráveis ao uso do aplicativo Sólidos RA para o estudo de Sólidos Geométricos. Consideramos que os

percentuais indicam um desempenho bastante satisfatório em ambas as turmas.

Os dados coletados através do questionário complementar confirmaram a eficiência do aplicativo Sólidos RA no estudo de sólidos geométricos. Todos os estudantes demonstraram grande satisfação ao utilizar o aplicativo durante as aulas. Essa percepção positiva dos estudantes reforça a relevância e a qualidade da experiência proporcionada pelo uso da RA como ferramenta pedagógica.

Além disso, a maioria dos estudantes considerou o aplicativo útil para a compreensão de conceitos relacionados aos sólidos geométricos. Os resultados demonstram de forma clara que a inclusão da RA nas aulas teve papel crucial no aprimoramento da compreensão dos conceitos de sólidos geométricos, proporcionando uma abordagem pedagógica inovadora e eficiente.

Os resultados reforçam a relevância e o potencial da utilização da RA como ferramenta educacional, capaz de promover uma compreensão mais aprofundada nessa área de conhecimento específica. Ao oferecer uma experiência interativa e imersiva, a RA demonstrou-se uma estratégia eficaz para facilitar a aprendizagem e despertar o interesse dos estudantes, criando perspectivas e enriquecendo o processo de ensino-aprendizagem de sólidos geométricos.

6 Considerações finais

A postura do professor pesquisador, desde o planejamento pedagógico até à aplicação da atividade e da interação, colaborou para que a aprendizagem sobre o tema fosse mais significativa para os estudantes, ao passo que estes foram sujeitos ativos na investigação da proposta didática. O foco foi o desenvolvimento de noções de quantificação e de relações entre vértices, faces e arestas, bem como a visualização da planificação de sólidos geométricos. Dessa forma, buscou-se explorar as potencialidades da Realidade Aumentada como um recurso inovador, capaz de aprimorar o processo de aprendizagem nesse campo específico.

Notou-se, por conseguinte, que houve um reconhecimento do trabalho do estudante no percurso de aquisição do conhecimento. Esse protagonismo proporcionou maior valorização do tema, motivação ao docente para o ensino e bons resultados na aprendizagem, bem como despertou o interesse e a curiosidade dos alunos.

Os resultados mostraram um desempenho bastante satisfatório em ambas as turmas, dados os percentuais alcançados. Os dados confirmaram a eficiência do aplicativo Sólidos RA no aperfeiçoamento da compreensão de sólidos geométricos. Todos os estudantes participantes

demonstraram uma grande satisfação em relação ao uso desta tecnologia e reconheceram os benefícios que ela proporcionou ao processo de aprendizagem, como observado no questionário de experimentação da atividade.

A pesquisa sugere que, dentro dos critérios estabelecidos, o uso da Realidade Aumentada pode ser considerado um recurso pedagógico eficaz na promoção da aprendizagem de conteúdos matemáticos, particularmente sobre Sólidos Geométricos, para estudantes nesse nível de ensino. Dessa forma, é possível deduzir que o uso deste aplicativo nas aulas oferece benefícios, permitindo uma abordagem inovadora e envolvente para o ensino desses conceitos e contribuindo para o aprimoramento da compreensão dos estudantes nessa área.

Referências

ALVES, F. R. V. Situação didática olímpica (SDO): aplicações da Teoria das Situações Didáticas para o ensino de olimpíadas. **Revista Contexto & Educação**, v. 36, n. 113, p. 116–142, 2021.

AMORIM, L. L. **Contribuições do aplicativo Sólidos RA para o desenvolvimento da visualização interpretada na perspectiva da realidade aumentada**. 2022. 104 f. Monografia (Graduação em Licenciatura em Matemática) - Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/2406>. Acesso em: 12 mar. 2023.

AZUMA, R. T. A Survey of Augmented Reality. In: **Presence: Teleoperators and Virtual Environments**, Columbus, v. 6, n. 4, p. 355-385, 1997. Disponível em: <https://www.cs.unc.edu/~azuma/ARpresence.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2023.

BORGES NETO, H. *et al.* A Sequência de Fedathi como proposta metodológica no ensino-aprendizagem de matemática e sua aplicação no ensino de retas paralelas. In: Encontro de Pesquisa Educacional do Nordeste – EPENN, 15, **Anais...** São Luís, 2001.

KIRNER, C.; TORI, R. Fundamentos da Realidade Aumentada. TORI, R.; KIRNER, C.; SISCOUTO, R. (Ed.) **Fundamentos e Tecnologia da Realidade Virtual e Aumentada**. Pré Simpósio SVR. Belém: SBC. 2006. p. 22-38.

MILGRAM, P. *et al.* Augmented Reality: A Class of Displays on the Reality-Virtuality Continuum. **Telem manipulator and Telepresence Technologies**, v. 2351, p. 282-292, 1994. Disponível em: <https://www.spiedigitallibrary.org/conference-proceedings-of-spie/2351/0000/Augmented-reality--a-class-of-displays-on-the-reality/10.1117/12.197321.s hort?SSO=1>. Acesso em: 11 mar. 2023.

PRESSER, A. E. L. *et al.* Data collection and analysis for preschoolers: An engaging context for integrating mathematics and computational thinking with digital tools. **Early Childhood Research Quarterly**, v. 65, p. 42-56, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S088520062300073X>. Acesso em: 13 mar. 2023

SANTIAGO, P. V. da S.; ALVES, F. R. V. Resolução de um problema olímpico brasileiro em 3D para Realidade Aumentada no GeoGebra. **Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo**, v. 12, n. 1, p. 144–150, 2023. DOI: 10.23925/2237-9657.2023.v12i1p144-150.

SOARES, F. R.; SANTANA, J. R.; SANTOS, M. J. C. dos. A realidade aumentada na aprendizagem de Geometria Espacial e as contribuições da Sequência Fedathi. **Revista de Ensino de Ciências e**

Matemática, v. 13, n. 4, p. 1–25, 2022. Disponível em:
<https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/3537>. Acesso em: 12 mar. 2023.

VILLELA REIS, F. M.; KIRNER, T. G. Percepção de Estudantes quanto à Usabilidade de um Livro Interativo com Realidade Aumentada para a Aprendizagem de Geometria. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 10, n. 1, 2012. Disponível em:
<https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/30814>. Acesso em: 15 mar. 2023.

VALENTE, J. A. As tecnologias e as verdadeiras inovações na educação. In: ALMEIDA, M. E. B.; DIAS, P.; SILVA, B. D. (Org.). **Cenários de inovação para a educação na sociedade digital**. São Paulo: Edições Loyola, 2013. p. 35-46.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Tradução: GRASSI, D. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

YIN, R. K. **Pesquisa qualitativa do início ao fim**. Tradução: BUENO, D. Porto Alegre: Penso, 2016.