

Universidade Federal de Pelotas
Instituto de Física e Matemática
Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática



Dissertação

**O USO DA REALIDADE AUMENTADA NA APRENDIZAGEM DE GEOMETRIA
ESPACIAL NOS ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL**

Daniele Gularte Serrano

Pelotas, 2025

Daniele Gularte Serrano

**O USO DA REALIDADE AUMENTADA NA APRENDIZAGEM DE GEOMETRIA
ESPACIAL NOS ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática do Instituto de Física e Matemática da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação Matemática.

Orientadora: Profa. Dra. Rozane da Silveira Alves

Pelotas, 2025

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação da Publicação

S487u Serrano, Daniele Gularte

O uso da realidade aumentada na aprendizagem de geometria espacial nos anos finais do ensino fundamental [recurso eletrônico] / Daniele Gularte Serrano ; Rozane da Silveira Alves, orientadora. — Pelotas, 2025.
118 f.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Instituto de Física e Matemática, Universidade Federal de Pelotas, 2025.

1. Realidade aumentada. 2. Geometria espacial. 3. Educação matemática. I. Alves, Rozane da Silveira, orient. II. Título.

CDD 510.7

Elaborada por Simone Godinho Maisonave CRB: 10/1733

Daniele Gulate Serrano

**O USO DA REALIDADE AUMENTADA NA APRENDIZAGEM DE GEOMETRIA
ESPACIAL NOS ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL**

Dissertação APROVADA, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Educação Matemática, Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Instituto de Física e Matemática, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 27/06/2025

Banca examinadora:

Profa. Dra. Rozane da Silveira Alves (Orientadora) - Doutora em Educação pela Universidade Federal de Pelotas

Profa. Dra. Carla Denize Ott Felcher - Doutora em Educação em Ciências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Christiano Martino Otero Ávila - Doutor em Computação pela Universidade Federal de Pelotas

Agradecimentos

Primeiramente, agradeço a Deus por me conceder a proteção, a força e o amparo necessário para a conclusão desta jornada.

À minha família, principalmente as minhas irmãs Priscila e Suellen por todo o incentivo e ao apoio diário e emocional. Agradeço por me ajudarem a acreditar que é possível seguir em frente, compartilhando comigo momentos de alegria e superando os obstáculos juntas.

Em especial estendo minha gratidão aos meus pais, Carlos Augusto e Soeni (in memoriam), cuja dedicação e carinho incondicionais foram uma fonte de inspiração constante. A eles, devo a coragem para seguir meus sonhos e a crença em meu próprio potencial. Por fim, agradeço a todos os amigos e familiares que, com seu apoio incondicional, estiveram ao meu lado, acreditaram em mim e demonstraram imensa compreensão diante da minha ausência durante a realização deste trabalho.

A minha orientadora, Professora Dra. Rozane da Silveira Alves, minha eterna gratidão e admiração. Suas valiosas contribuições, disponibilidade e auxílio foram essenciais para a finalização desta pesquisa. Sou profundamente grata por todos os ensinamentos que me impulsionaram a acreditar em mim e a enfrentar os desafios com mais leveza. Agradeço não apenas a professora, mas o ser humano inspirador que és.

Aos membros da banca examinadora, Professora Dra. Carla Denize Ott Felcher e ao Professor Dr. Christiano Martino Otero Ávila, expresso meu sincero agradecimento pela disposição em participar e pelas importantes contribuições que enriqueceram e qualificaram este estudo.

Por fim, a todos aqueles que, de forma direta ou indireta, contribuíram e apoiaram a realização desta pesquisa, minha mais profunda gratidão.

*Não há pensar sem riscos. Não há pensar sem diálogo. Não há diálogo sem
amorosidade, sem fé, sem criticidade."*

Paulo Freire

Resumo

SERRANO, Daniele Gularte. **O uso da Realidade Aumentada na aprendizagem de Geometria Espacial nos anos finais do Ensino Fundamental**. Orientadora: Rozane da Silveira Alves. 2025. 118 f. Projeto de Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Física e Matemática, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2024.

A presente dissertação apresenta uma pesquisa exploratória de abordagem qualitativa que investigou o uso da Realidade Aumentada (RA) no processo da aprendizagem de Geometria Espacial no nono ano do Ensino Fundamental. O estudo foi motivado pelo crescente uso de tecnologias no cotidiano dos estudantes e pela dificuldade inerente à visualização de objetos tridimensionais a partir de representações bidimensionais. O objetivo principal da pesquisa foi analisar as percepções dos estudantes acerca da utilização da Realidade Aumentada como recurso didático no estudo da Geometria Espacial. A metodologia envolveu levantamento bibliográfico, com o aporte teórico de autores como Milgram, Kirner e Zorzal, e o desenvolvimento de uma sequência didática para testar estratégias mediadas pela RA. Participaram do estudo alunos do nono ano de uma escola pública municipal, localizada na região metropolitana de Porto Alegre. A análise dos dados, realizada segundo a Análise de Conteúdo de Bardin, permitiu organizar os resultados em três categorias: Engajamento e motivação, Visualização como facilitador e Criticidade. Os resultados obtidos demonstram que os estudantes percebem a RA como uma ferramenta que favorece a aprendizagem de Geometria Espacial, sobretudo pela visualização proporcionada pelo aplicativo Sólidos RA. Essa ferramenta tecnológica se mostrou eficaz na compreensão de conceitos abstratos e no desenvolvimento do raciocínio crítico. A pesquisa também revelou que o uso de materiais concretos, nas etapas iniciais da sequência didática, foi crucial para dar suporte à assimilação dos conceitos antes da introdução da tecnologia. Em conclusão, a pesquisa confirma que os objetivos propostos foram atingidos, evidenciando a contribuição positiva da Realidade Aumentada para a consolidação dos conceitos de Geometria Espacial. O estudo reforça a relevância de integrar novas metodologias e tecnologias ao ensino de Matemática, tornando-o mais dinâmico, interativo e significativo, e superando as limitações dos métodos de ensino tradicionais.

Palavras-chave: Realidade Aumentada; Geometria Espacial; Educação Matemática.

Abstract

SERRANO, Daniele Gularte. **The use of Augmented Reality in learning spatial geometry in the final years of elementary school.** Advisor: Rozane da Silveira Alves. 2025. 118 f. Dissertation Project (Master's in Mathematics Education) – Institute of Physics and Mathematics, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2024.

This dissertation presents an exploratory qualitative research that investigated the use of Augmented Reality (AR) in the learning process of Solid Geometry in the ninth grade of Elementary School. The study was motivated by the growing presence of technologies in students' daily lives and by the inherent difficulty in visualizing three-dimensional objects from two-dimensional representations. The main objective of the research was to analyze students' perceptions regarding the use of Augmented Reality as a didactic resource in the study of Solid Geometry in a ninth-grade class of Elementary School. The methodology involved a literature review, supported by authors such as Milgram, Kirner, and Zorzal, and the development of a didactic sequence to test strategies mediated by AR. The study was carried out with students from the ninth grade of a public municipal school located in the metropolitan region of Porto Alegre. Data analysis, conducted according to Bardin's Content Analysis, allowed the organization of the results into three categories: Engagement and Motivation, Visualization as a Facilitator, and Critical Thinking. The findings demonstrate that students perceive AR as a tool that enhances the learning of Solid Geometry, especially due to the visualization provided by the *Sólidos RA* application. This technological tool proved effective in understanding abstract concepts and developing critical reasoning. The research also revealed that the use of concrete materials in the initial stages of the didactic sequence was crucial to support the assimilation of concepts before the introduction of technology. In conclusion, the study confirms that the proposed objectives were achieved, highlighting the positive contribution of Augmented Reality to the consolidation of Solid Geometry concepts. The research reinforces the relevance of integrating new methodologies and technologies into Mathematics teaching, making it more dynamic, interactive, and meaningful, while overcoming the limitations of traditional teaching methods.

Keywords: Augmented Reality; Spatial Geometry; Mathematics Education.

Lista de Figuras

Figura 1: Taxonomia de Bloom original	44
Figura 2: Taxonomia de Bloom para era digital	45
Figura 3: Contínuo Real-Virtual	49
Figura 4: Imagem inicial do aplicativo Sólidos RA	53
Figura 5: Imagem explicativa do aplicativo Sólidos RA	53
Figura 6: Sólidos construídos pelos alunos com palitos e jujubas	61
Figura 7: Atividades de Planificação.....	62
Figura 8: Alunos usando o aplicativo de RA.....	63
Figura 9: Aluna usando o aplicativo de RA	65
Figura 10: Imagem do material de apoio, capa do aplicativo Sólidos RA.....	106
Figura 11: Imagem do módulo de planificação aplicativo Sólidos RA.....	107
Figura 12: Imagem do módulo de modelagem aplicativo Sólidos RA	108
Figura 13: Imagem do módulo de visualização aplicativo Sólidos RA.	109

Lista de Quadros

Quadro 1: Dissertações Seleccionadas na BDTD	23
Quadro 2: Relação entre as dissertações seleccionadas na BDTD	25
Quadro 3: Artigos seleccionados em periódicos	28
Quadro 4: Relação entre os artigos seleccionados em periódicos	30
Quadro 5: Trabalhos seleccionados nas buscas em anais de eventos	31
Quadro 6: Relação entre os artigos seleccionados em anais de Eventos.....	32
Quadro 7: Encontros do processo da pesquisa	58
Quadro 8: Quadro-resumo da dissertação 1	95
Quadro 9: Quadro-resumo da dissertação 2	95
Quadro 10: Quadro-resumo da dissertação 3	96
Quadro 11: Quadro-resumo da dissertação 4	96
Quadro 12: Quadro-resumo da dissertação 5	97
Quadro 13: Quadro-resumo da dissertação 6	97
Quadro 14: Quadro-resumo da dissertação 7	98
Quadro 15: Quadro-resumo da dissertação 8	98
Quadro 16: Quadro-resumo do artigo 1 seleccionado em Periódicos	100
Quadro 17: Quadro-resumo do artigo 2 seleccionado em Periódicos	100
Quadro 18: Quadro-resumo do artigo 3 seleccionado em Periódicos	101
Quadro 19: Quadro-resumo do artigo 4 seleccionado em Periódicos	101
Quadro 20: Quadro-resumo do artigo 5 seleccionado em Periódicos	102
Quadro 21: Quadro-resumo do artigo 6 seleccionado em Periódicos	102
Quadro 22: Quadro-resumo do artigo 1 em anais de evento	104
Quadro 23: Quadro-resumo do artigo 2 em anais de evento	104

Lista de Tabelas

Tabela 1: Número total de trabalhos selecionados	22
Tabela 2: Resultados das buscas na BDTD.....	23
Tabela 3: Resultados das buscas no Portal de Periódicos da Capes.....	28
Tabela 4: Resultados das buscas em Anais de Eventos	31
Tabela 5: Perfil dos sujeitos da pesquisa	71

Siglas e Abreviaturas

BDTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAIC	Centro de Atenção Integral à Criança e ao Adolescente
EP	Educação Profissional
iOS	Operating System
QR Code	Quick Response Code
RA	Realidade Aumentada
RENTE	Revista Novas Tecnologias na Educação
RV	Realidade Virtual
SEDUC/RS	Secretaria de Educação do Estado do Rio Grande do Sul
SF	Sequência Fedathi
TRRS	Teoria dos Registros de Representação Semiótica
UAB	Universidade Aberta do Brasil
VA	Virtualidade Aumentada

Sumário

1 Da prática à pesquisa: o caminho formativo da autora.....	13
2 Introdução	17
3 Estado do Conhecimento	21
3.1 Pesquisas relacionadas com a temática na plataforma da BDTD	22
3.2 Pesquisas relacionadas a temática em periódicos.....	27
3.3 Pesquisas relacionadas a temática em Anais de Eventos.....	30
3.4 Considerações finais do capítulo	33
4 Fundamentação Teórica	35
4.1 Utilização Pedagógica das Tecnologias Digitais no ensino de Matemática	35
4.1.1 O Ensino de Geometria com Tecnologias Digitais	39
4.1.2 Taxonomia Revisada de Bloom na utilização da tecnologia no ambiente escolar	43
4.1.3 Sequência Didática	46
4.2 Princípios básicos sobre a Realidade Aumentada (RA)	48
4.2.1 Mundos Geométricos Expandidos: A Revolução da Realidade Aumentada no Ensino.....	50
4.2.2 O aplicativo de RA selecionado	52
5 Metodologia.....	56
5.1 Delineamento da pesquisa.....	56
5.2 Sujeitos da Pesquisa.....	57
5.3 Da Teoria à Prática: Desenvolvimento do processo da pesquisa.....	58
1ª Etapa: Introdução aos Conceitos de Geometria Espacial	59
2ª Etapa: Construção de sólidos geométricos	60
3ª Etapa: Exploração do Aplicativo de Realidade Aumentada.....	62
4ª Etapa: Atividade Prática com Cartões de Realidade Aumentada	64
5ª Etapa: Aplicação em situações do mundo real	66
6ª Etapa: Avaliação	66
5.4 Coleta de Dados.....	68
5.5 Análise dos dados	69
6 Análise e discussão dos dados.....	71
6.1 Identificação dos Sujeitos da Pesquisa	71
6.2 Levantamento inicial.....	71
6.3 Análise dos dados	72
6.3.1 Engajamento e motivação.....	72
6.3.2 Visualização como facilitador	75
6.3.3 Críticidade.....	77
7 Conclusões	80

<i>7.1 Identificar a contribuição do uso de Realidade Aumentada para a consolidação dos conceitos de Geometria Espacial em estudantes do nono ano do Ensino Fundamental</i>	<i>80</i>
<i>7.2 Analisar as percepções dos estudantes sobre a relação entre os conceitos de Geometria Plana e Espacial e sua formalização, mediada pela utilização da Realidade Aumentada.</i>	<i>82</i>
<i>7.3 Verificar em que medida a aplicação de atividades com Realidade Aumentada favorece a compreensão de conceitos relacionados à Geometria Espacial, tomando como referência os níveis cognitivos da Taxonomia Revisada de Bloom para a era digital.</i>	<i>83</i>
<i>7.3.1 Lembrar: Construindo a Base Conceitual.....</i>	<i>84</i>
<i>7.3.2 Entender: Da Planificação à Construção.....</i>	<i>84</i>
<i>7.3.3 Aplicar: A Execução do Conhecimento</i>	<i>84</i>
8 Considerações Finais: Perspectivas para a integração e a utilização da Realidade Aumentada no Ensino de Geometria	87
Referências	88
Apêndices.....	94
<i>Apêndice A: Quadros-resumo das dissertações selecionadas na BDTD.....</i>	<i>95</i>
<i>Apêndice B: Quadros-resumo dos artigos selecionados em periódicos.....</i>	<i>100</i>
<i>Apêndice C: Quadros-resumo dos artigos selecionados em anais de eventos</i>	<i>104</i>
<i>Apêndice D: Material de Apoio.....</i>	<i>106</i>
<i>Apêndice E: Atividades desenvolvidas com situações de mundo real</i>	<i>110</i>
<i>Apêndice F: Formulário aplicado aos alunos.....</i>	<i>113</i>
<i>Apêndice G: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).....</i>	<i>115</i>
<i>Apêndice H: Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE).....</i>	<i>117</i>

1 Da prática à pesquisa: o caminho formativo da autora

Neste capítulo inicial da dissertação, apresento a trajetória acadêmica que percorri e as escolhas que me conduziram ao ingresso neste mestrado. Por tratar-se de um relato pessoal, opto por utilizar a primeira pessoa do singular na exposição

Meus pais são de origem muito humilde, não tiveram a oportunidade de estudar, pois desde muito cedo tiveram que trabalhar para auxiliar no provento da família, mas sempre incentivaram e motivaram a mim e minhas irmãs sobre as oportunidades que poderíamos ter se estudássemos.

Portanto desde muito cedo, recebíamos vários estímulos para instigar a curiosidade com jogos e livros de literatura de maneira a fomentar e aguçar o gosto pela leitura e apreciar a aprendizagem como um todo.

Sempre fui aluna da escola pública estadual, desde a pré-escola até a conclusão do ensino médio. Durante o meu percurso do ensino básico, a Matemática sempre me fascinou e devido aos professores dessa etapa de ensino me senti motivada a cursar a graduação em Licenciatura Matemática, no qual, em 2002, ingressei após concluir o Ensino Médio.

Em todo período que estive estudando sempre procurei me dedicar e ter bons resultados. Durante a graduação fiz estágios em instituições escolares privadas auxiliando e respondendo dúvidas de alunos, na disciplina de Matemática, o que evidenciou momentos de muita aprendizagem. Aprendizagem essa que trago até os dias de hoje.

Na minha jornada acadêmica pude participar como monitora, auxiliando nas dúvidas de alunos da universidade, referentes à Matemática. Ao concluir a graduação, trabalhei em uma escola estadual no município de Alvorada, região metropolitana da cidade de Porto Alegre no Rio Grande do Sul, através de uma seleção para contrato emergencial, atuando durante quatro anos como professora regente em turmas do ensino Fundamental e Médio.

Em 2010, fiz o concurso para a prefeitura de Alvorada, obtendo a aprovação, mas por falta de títulos acabei ficando numa posição não muito favorável. Após dois anos, realizei uma nova seleção e passei em boa classificação em um edital de concurso para professores no município de Viamão, localizada na região metropolitana de Porto Alegre.

Também, em 2012, fiz o concurso para Secretaria da Educação do Rio Grande do Sul (SEDUC/RS) e não obtive êxito para aprovação. A frustração de não ter sido aprovada, me fez procurar uma instituição de cursos preparatórios para concursos, com a intenção de ampliar meus conhecimentos em áreas diferentes da área específica de formação. Durante o curso preparatório as aulas eram no período de férias em um curso intensivo, pois havia rumores de que em breve seria realizado um novo concurso.

Portanto, estudei muito para esse novo concurso, porque a situação em que me encontrava como professora contratada sob o regime emergencial era algo que me incomodava, e devido a essa condição, precisava me adequar e a suprir a vagas de disciplinas que necessariamente, não eram da minha formação acadêmica. Coloquei como meta passar no concurso do edital publicado em 2013; assim, nos momentos de folga, me dedicava a estudar para que desta vez fosse aprovada.

Para minha alegria consegui aprovação no concurso, fui nomeada no ano seguinte e ocupei minha própria vaga na escola. No mesmo ano, chegou à notificação para nomeação do município de Viamão; devido a conflitos de horários tive que me desligar das instituições privadas nas quais trabalhava naquele momento.

No mesmo ano das nomeações, procurei por instituições públicas que ofertavam ensino a distância ou semipresencial de pós-graduação, pois no momento seria a única modalidade que poderia conciliar com o horário das escolas. Foi onde encontrei uma oportunidade pela UAB (Universidade Aberta do Brasil) em cursar uma pós-graduação a distância.

Na pós-graduação tive a oportunidade de retornar aos bancos acadêmicos, mesmo que virtualmente, e presenciar práticas inovadoras. Esse momento possibilitou um grande aprendizado e crescimento profissional, trocando ideias com professores e colegas.

Nesta mesma perspectiva, fiz mais duas pós-graduações. Cheguei a trabalhar na esfera administrativa da escola, mas devido a minha percepção de não estar fazendo a diferença na educação, decidi retornar à sala de aula.

Devido a pandemia foi adotado o ensino remoto e logo em seguida o ensino híbrido, me fazendo reestruturar minhas práticas pedagógicas, possibilitando a percepção de que:

No ensino híbrido, o estudante tem contato com as informações antes de entrar em sala de aula. A concentração nas formas mais elevadas do trabalho

cognitivo, ou seja, aplicação, análise, síntese, significação e avaliação desse conhecimento que o aluno construiu ocorrem em sala de aula, onde ele tem o apoio de seus pares e do professor. (Valente, 2015, p. 23).

Durante esse período pude produzir diversos materiais pedagógicos de modo a aproximar a sala virtual com a sala tradicional, inclusive gravando vídeos, pois conforme destaca Valente (2015, p. 24) “os vídeos gravados têm sido um dos recursos mais utilizados pelo fato de o aluno poder assisti-los quantas vezes for necessário e dedicar mais atenção aos conteúdos em que apresenta maior dificuldade.”

Com o retorno às aulas presenciais, pude refletir sobre minhas práticas pedagógicas, pois durante a pandemia ao preparar as aulas remotas, percebi a necessidade de atualizá-las. Constatei também a necessidade de renovação, atualização e de contatos acadêmicos para reciclagem e modernização do meu conhecimento e assim tornar minhas aulas mais dinâmicas e atrativas.

Por esse motivo interessei-me em ler sobre editais de seleção para mestrados, especializações entre outros cursos, a fim de estar inserida no meio acadêmico e por seguinte aprimorar meus conhecimentos e por assim acreditar, firmemente, que podemos ter escola pública com ensino de qualidade.

Em 2021, assistindo as aulas assíncronas, pois meu companheiro estava cursando o curso de Matemática a distância, na oportunidade pude ter contato com a professora Rozane, que me motivou e incentivou a realizar a inscrição, como aluna especial, matriculei-me na disciplina Tecnologias de Educação Matemática I como aluna especial.

Como naquele momento as aulas estavam sendo ministradas de forma remota, foi possível cursar mesmo estando distante cerca de uns trezentos quilômetros, da cidade onde ocorriam as aulas na universidade mais ou menos umas três horas de viagem. Foram momentos enriquecedores, pois estar inserida novamente no meio acadêmico, trocando ideias com colegas e professores preparados e atualizados no uso de tecnologias digitais, tendo acesso a materiais dos mais diversos relacionados à educação, me fizeram a desejar a participar do processo seletivo para aluno regular.

Assim, participei do edital em 2022 para seleção de alunos regulares e fui selecionada. Cursando as disciplinas do mestrado pude ter acesso a um ambiente acolhedor, de aprimoramento acadêmico, com atividades fundamentais para o crescimento tanto pessoal, quanto profissional e acadêmico.

Tive acesso a vários temas importantes, que me permitiram a compreensão de mundo, de fatos, além do acesso a uma diversidade de literatura no que concerne à Educação Matemática. Na ocasião devido a pandemia que nos acometeu em anos anteriores, consegui cursar todas as disciplinas obrigatórias no formato remoto, permitindo a conclusão dos créditos necessários, mesmo estando distante de onde ocorriam as aulas.

Como professora regente de matemática, algumas inquietações sempre me permearam como a aprendizagem de Geometria Espacial e devido as dificuldades dos estudantes na visualização dos conceitos no que concerne a Geometria, começou-se a delinear a presente pesquisa.

2 Introdução

O cenário social encontra-se em constante transformação, e desde o fechamento das escolas durante a pandemia da Covid-19, o processo de ensino e aprendizagem sofreu mudanças significativas. Essas alterações impactaram a forma de pensar, agir, compartilhar, relacionar-se e acessar tecnologias móveis, tanto por parte dos estudantes quanto dos professores. Nesse contexto, não se pode ignorar a presença da tecnologia em sala de aula e nos ambientes escolares, uma vez que celulares, *tablets* e computadores fazem parte do cotidiano dos alunos, utilizados para comunicação, jogos e pesquisas, ainda que muitos docentes não possuam formação adequada para lidar com esse novo contexto (Rodrigues, 2019).

É necessário manter uma postura aberta e reflexiva diante de diversos aspectos, pois de forma recorrente, em muitas instituições escolares, sejam públicas ou privadas, observa-se que alguns alunos demonstram falta de interesse pelos estudos. Diversos fatores podem ser elencados para justificar tal manifestação, como a ausência de motivação, os resultados negativos, o insucesso e a sensação de incapacidade, decorrentes das dificuldades e lacunas presentes em suas etapas de escolarização (Bianchini; Vasconcelos, 2014).

Entre os fatores que dificultam a aprendizagem, destaca-se a abstração de conceitos, frequentemente desafiadora tanto para o educador quanto para os estudantes. A Geometria Espacial, por exemplo, configura-se como um dos campos da Matemática em que tais dificuldades se tornam ainda mais evidentes, uma vez que requer do estudante a compreensão de formas tridimensionais a partir de representações planas. Nesse contexto, o uso de tecnologias digitais, em especial a Realidade Aumentada, apresenta-se como um recurso promissor para potencializar o ensino e a aprendizagem desse conteúdo, possibilitando experiências visuais e interativas que favorecem a compreensão dos conceitos envolvidos.

Muitos conceitos apresentam melhor assimilação quando associados à manipulação física de objetos tridimensionais, como cubos, pirâmides e esferas. Nesse sentido Frazão e Silva (2023) destacam que a Realidade Aumentada é uma tecnologia capaz de proporcionar representações imersivas, auxiliando na visualização de formas tridimensionais e contribuindo para a superação da complexidade presente em situações-problema que envolvem esses objetos.

Contudo, alguns educadores enfrentam um desafio ainda maior em virtude da

falta de recursos em determinadas instituições, seja de materiais concretos, equipamentos, acesso à internet ou até mesmo em razão da carga horária excessiva assumida para complementar renda. Além disso, deve-se considerar que muitos professores apresentam pouca familiaridade com estratégias de ensino eficazes e, simultaneamente, precisam cumprir uma grade curricular extensa em um curto espaço de tempo. Esse cenário contribui para a formação de lacunas no entendimento dos alunos e, conseqüentemente, para a defasagem em sua aprendizagem.

Segundo Romeiro et al. (2020), nos primeiros anos da Educação Básica é fundamental que o estudante desenvolva uma base sólida, capaz de auxiliá-lo a superar os desafios acadêmicos ao longo de sua trajetória escolar e, posteriormente, em sua vida, além de favorecer a formação do senso crítico. Para tanto, os professores podem adotar abordagens pedagógicas diferenciadas, utilizar recursos visuais e manipulativos e, oferecer oportunidades para a prática e aplicação dos conceitos.

Conforme os autores destacam:

[...] a execução de um processo sólido e objetivo de ensino-aprendizagem da matemática, no ensino fundamental, é muito valioso para que o educando cresça e se aprimore, não somente no universo dos números e formas geométricas, mas também na sua percepção cognitiva no mundo real. Para contribuir com isso, a utilização de tecnologias é uma alternativa viável para a construção do saber para os educandos, através de novas experiências, com a possibilidade de colocá-lo no centro do experimento. (Romeiro et al., 2020, p. 2)

Esse entendimento reforça a importância de metodologias inovadoras que utilizem a tecnologia como meio para tornar o aluno protagonista do processo de aprendizagem, promovendo experiências significativas.

A escolha do tema desta pesquisa justifica-se pela atuação da pesquisadora na educação básica, tanto na rede pública municipal quanto estadual, onde foi possível observar as dificuldades dos estudantes na visualização e identificação dos elementos de Geometria Espacial. Com o intuito de investigar se a utilização de um aplicativo de Realidade Aumentada poderia auxiliar no processo de aprendizagem e responder a inquietações relacionadas ao uso de tecnologias no ensino, delineou-se o presente estudo.

Para esse intuito planejou-se que os estudantes utilizassem os seus smartphones, mas ao iniciarmos, o ano da aplicação da pesquisa, em três de fevereiro do corrente ano, foi homologada a Lei Federal 15.100/2025 que proíbe a utilização

dos celulares e aparelhos eletrônicos no ambiente escolar. A lei visa restringir o uso desses aparelhos para promover a saúde mental, concentração e convivência dos alunos, além de melhorar o aprendizado. No entanto, as escolas têm autonomia para definir como a lei será implementada, incluindo a guarda dos aparelhos e as consequências do descumprimento.

2.1 Objetivo Geral

Considerando as potencialidades das tecnologias digitais no ensino de Matemática, busca-se compreender se um desses recursos, a Realidade Aumentada, auxilia no entendimento dos estudantes e enriquece o processo de ensino e aprendizagem. Assim, estabeleceu-se o seguinte objetivo geral: "Analisar as percepções dos estudantes acerca da utilização da Realidade Aumentada como recurso didático no estudo da Geometria Espacial em uma turma do nono ano do Ensino Fundamental".

2.2 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos foram definidos:

- Identificar a contribuição do uso de Realidade Aumentada para a consolidação dos conceitos de Geometria Espacial em estudantes do nono ano do Ensino Fundamental;
- Analisar as percepções dos estudantes sobre a relação entre os conceitos de Geometria Plana e Espacial e sua formalização, mediada pela utilização da Realidade Aumentada;
- Verificar em que medida a aplicação de atividades com Realidade Aumentada favorece a compreensão de conceitos relacionados à Geometria Espacial, tomando como referência os níveis cognitivos da Taxonomia Revisada de Bloom para a era digital.

2.3 Questão Investigativa

Considerando os objetivos estabelecidos para este estudo e o foco na compreensão discente acerca do aprendizado em Geometria Espacial, mediado pelo uso de Realidade Aumentada, definiu-se a seguinte questão de pesquisa: "De que modo os estudantes de uma turma de nono ano do Ensino Fundamental percebem sua compreensão dos conceitos de Geometria Espacial a partir da utilização de recursos de Realidade Aumentada como recurso didático?"

Este texto está organizado conforme descrito a seguir. No primeiro capítulo, apresenta-se a trajetória acadêmica da pesquisadora; no segundo, são expostas as considerações iniciais, os objetivos e a questão de pesquisa, bem como a justificativa para a escolha do tema. O terceiro capítulo contempla a revisão de pesquisas relacionadas, que serviram de base para a estruturação do trabalho. O quarto capítulo dedica-se à fundamentação teórica, enquanto o quinto apresenta a metodologia adotada. Nos capítulos sexto e sétimo, são expostos, respectivamente, a análise dos dados e os resultados obtidos, seguidos das conclusões

3 Estado do Conhecimento

Este capítulo possui como objetivo apresentar trabalhos acadêmicos já publicados, que tenham relação com o tema desta investigação.

As pesquisas relacionadas ao tema investigado constituem o Estado do Conhecimento. Morosini e Fernandes (2014) destacam que o estado do conhecimento é o que identifica, classifica e ressignifica a pesquisa levando a ponderações sobre a escrita científica, pois dessa forma pode-se refletir sobre um recorte de tempo, informações de produções científicas elaboradas em congressos, teses, dissertações entre outros.

Morosini, Santos e Bittencourt (2021, p. 23) enfatizam que o Estado do Conhecimento

é identificação, registro, categorização que levem à reflexão e síntese sobre a produção científica de uma determinada área, em um determinado espaço de tempo, congregando periódico, teses, dissertações e livros sobre uma temática específica.

O Estado do Conhecimento auxilia na escolha dos próximos passos na pesquisa pretendida, pois oferece uma noção abrangente do que se tem em nível acadêmico, direcionando assim para novos itens que podem ser investigados, delineando a pesquisa, mostrando até mesmo temas relacionados passíveis de serem explorados, referências, teóricos e metodologias como também a compreensão de momentos silenciados a respeito do tema de estudo.

Para elaborar o Estado do Conhecimento, neste trabalho, foram realizadas buscas na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), em periódicos do Portal de Periódicos da CAPES e também em Anais de Congressos voltados à área de Educação Matemática, abrangendo o período de 2018 a 2024, o período em questão foi determinado para obter pesquisas atuais com a referente temática.

Para selecionar os trabalhos relevantes e que poderiam contribuir na pesquisa foi feita a leitura dos títulos e resumos dos trabalhos encontrados. Foram selecionadas pesquisas que dialogassem com a temática da pesquisa, sobretudo aquelas que envolviam a aplicação da RA como recurso pedagógico nos anos finais do ensino fundamental, para isso, considerou-se os seguintes fatores de exclusão:

a) pesquisas voltadas exclusivamente ao desenvolvimento de aplicativos ou interfaces tecnológicas, sem articulação com a aprendizagem de matemática em sala de aula;

b) pesquisas que não abordavam conteúdos de Geometria Espacial — como figuras tridimensionais, visualização e representação no espaço;

c) pesquisas que não se inseriam na área da Educação Matemática ou que não estabeleciam relação significativa com seus conteúdos;

d) investigações que tratavam exclusivamente do ensino superior, da educação infantil ou dos anos iniciais do ensino fundamental, por não atenderem ao escopo da presente pesquisa.

Após a análise e exclusões, a partir dos 170 trabalhos encontrados foram selecionados 16 trabalhos que se enquadravam no escopo da pesquisa, sendo aplicações realizadas na educação básica e um que versava sobre o ensino técnico não foi excluído pois se enquadrava ao recorte da temática, totalizando dessa maneira oito trabalhos, no banco de dados da BDTD, seis na plataforma CAPES e dois em Anais de Congressos para leitura integral. Esses dados podem ser visualizados na Tabela 1.

Tabela 1: Número total de trabalhos selecionados

Trabalhos	Encontrados	Selecionados
Dissertações na BDTD	76	8
Teses na BDTD	19	0
Artigos em Periódicos	69	6
Artigos em Anais de Congresso	6	2
Totais	170	16

Fonte: Dados da Pesquisa (2024)

A seguir são apresentados o processo de busca em cada um dos locais pesquisados: BDTD, Portal de Periódicos da Capes e Anais de Congressos da área de Educação Matemática.

3.1 Pesquisas relacionadas com a temática na plataforma da BDTD

Para esta pesquisa, inicialmente realizou-se uma busca utilizando os termos “Realidade Aumentada” e “Geometria”, considerando o recorte temporal dos últimos

cinco anos. Como resultado, foram encontradas cinquenta e sete dissertações e dezenove teses. Em seguida, procedeu-se à leitura dos títulos e respectivos resumos, da qual foram selecionadas sete dissertações para a leitura integral, por apresentarem relação direta com a temática investigada.

Na etapa seguinte, acrescentaram-se aos dois termos iniciais “Realidade Aumentada” e “Geometria”, as palavras-chave “Ensino”, “Aprendizagem” e “Matemática”, com o intuito de direcionar a busca para trabalhos correlacionados ao processo de ensino e aprendizagem matemática, desta vez sem delimitação temporal. Essa nova busca resultou em dezenove trabalhos. Após a leitura dos títulos e resumos, e o descarte das duplicidades, apenas um texto foi selecionado para leitura integral. A Tabela 2 apresenta as buscas realizadas na BDTD pelos termos indicados.

Tabela 2: Resultados das buscas na BDTD

Palavras-Chave	Dissertações Encontradas	Dissertações Selecionadas	Teses Encontradas	Teses Selecionadas
Realidade Aumentada e Geometria	57	7	19	0
Realidade Aumentada, Ensino, Aprendizagem, Matemática, Geometria.	19	1	0	0
Total	76	8	19	0

Fonte: Dados da Pesquisa (2023)

O Quadro 1 relaciona as dissertações selecionadas, por terem relação com a temática e a pergunta diretriz deste trabalho.

Quadro 1: Dissertações Selecionadas na BDTD

Num	Título	Autor/Orientador	Ano	D/T	Programa / IES
1	As contribuições da Realidade Aumentada mediada pela metodologia Sequência Fedathi para a aprendizagem de Geometria Espacial	Fredson Rodrigues Soares / Dr. José Rogério Santana.	2022	D	PPG em Tecnologia Educacional Universidade Federal do Ceará – UFC
2	O uso do GeoGebra 3D com Realidade Aumentada no ensino de Geometria Espacial.	Odailson Gonçalves de Oliveira / Dr ^a .	2021	D	Mestrado Profissional Matemática em Rede (PROFMAT)

		Fabiane de Oliveira			Universidade Estadual De Ponta Grossa
3	Sequências didáticas com Realidade Aumentada (RA) como auxílio para desenvolver a habilidade de visualização espacial	Jaime Batista de Souza / Dr ^a . Deborah Faragó Jardim	2020	D	Mestrado Profissional Matemática em Rede (PROFMAT) Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.
4	O processo de ensino-aprendizagem dos poliedros	Marcelle Santos Morcanas / Dr. Abel Rodolfo Garcia Lozano	2019	D	Mestrado Profissional Matemática em Rede (PROFMAT) Universidade do Estado do Rio de Janeiro,
5	A utilização do smartphone com intermédio de um aplicativo de Realidade Aumentada para aprendizagem de Estatística.	Mateus Augusto Ferreira Garcia Domingues / Dr. Leonardo Sturion	2019	D	PPG em Matemática (PPGMAT) Universidade Tecnológica Federal do Paraná. UTFPR
6	Criação de um aplicativo de Realidade Aumentada para o ensino da Geometria.	Paulo Nelson de Oliveira / Dr. Roberto Andreani	2019	D	Mestrado Profissional Matemática em Rede (PROFMAT) Universidade Estadual de Campinas
7	Uso da Realidade Aumentada no ensino da Geometria Espacial	Elania Hortins Dantas / Dr ^a . Luciana Roze de Freitas	2018	D	Mestrado Profissional Matemática em Rede (PROFMAT) Universidade Estadual da Paraíba
8	Utilização de dispositivos móveis e recursos de Realidade Aumentada nas aulas de Matemática para elucidação dos Sólidos de Platão.	Fernando Oliveira da Silva / Dr. Ronaldo Celso Messias Correia	2017	D	Mestrado Profissional Matemática em Rede (PROFMAT) Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Campus de Presidente Prudente.

Fonte: Dados da Pesquisa (2023)

No Apêndice A, os aspectos mais relevantes de cada uma das dissertações selecionadas estão indicados na forma de quadro-resumo.

O Quadro 2 relaciona as dissertações selecionadas, por terem relação com a temática, para tanto trata de informações sobre a metodologia, nível de ensino da aplicação da pesquisa, aplicativo utilizado e os resultados.

Quadro 2: Relação entre as dissertações selecionadas na BDTD

Autor/Título	Objetivo da Pesquisa	Metodologia	Nível de Ensino	Aplicativo Plataforma de RA	Principais Resultados	Contribuições para a pesquisa
Soares (2022) As contribuições da RA mediada pela metodologia Sequência de Fedathi para a aprendizagem de Geometria Espacial	Investigar o uso da RA, mediada pela Sequência Fedathi e pelo GGeoGebra, para favorecer o ensino e a aprendizagem de Geometria Espacial.	Quali-quantitativa; fundamentada na Engenharia Didática e análise de dados baseada em Bardin.	Anos iniciais do Ensino Fundamental (com potencial aplicação nos anos finais)	GeoGebra + recursos de RA	A RA potencializou a aprendizagem, desenvolveu o raciocínio lógico e o pensamento geométrico, e transformou a percepção negativa dos alunos sobre a Matemática.	A dissertação de Soares, corroborou para a presente pesquisa, com os seguintes temas: o protagonismo juvenil e a construção da aprendizagem, desafiando a noção de que a Matemática é difícil ou monótona.
Oliveira (2021) O uso do GeoGebra 3D com Realidade Aumentada no ensino de Geometria Espacial	Identificar as contribuições do GeoGebra 3D e da RA para o estudo de sólidos geométricos	Qualitativa, com elaboração de sequência didática	Anos Finais do Ensino Fundamental	GeoGebra 3D (modo RA)	O aplicativo mostrou-se de fácil uso, facilitou a visualização de sólidos e promoveu resultados positivos no ensino-aprendizagem	Pode-se observar, durante a pesquisa de Oliveira, aspectos positivos sobre a utilização da tecnologia, com abordagem no conteúdo de sólidos geométricos, contribuindo com a literatura e estudo sobre as temáticas para a presente pesquisa.
Souza (2020) Sequências didáticas com RA como auxílio para desenvolver a habilidade de visualização espacial	Explorar como a RA pode auxiliar no desenvolvimento da habilidade de visualização espacial	Bibliográfica e qualitativa, fundamentada na TRRS	Graduação (sequência adaptável à Educação Básica)	GeoGebra 3D (modo RA) utilização genérica de RA em sequências didáticas	A RA serviu como recurso motivador, permitindo a transição entre registros semióticos e fornecendo suporte para aplicação na Educação Básica	Durante o estudo, Souza constatou que a utilização da tecnologia de RA como suporte ao estudante para interpretar figuras tridimensionais, facilitou a aprendizagem
Morcanas (2019) O processo de ensino-aprendizagem dos poliedros	Incentivar o uso de construções lúdicas e RA para o ensino de poliedros	Qualitativa e investigativa, baseada na Teoria de Van Hiele	Ensino Fundamental - 6º ano	Geometrix e Polyèdres Augmentés	As construções concretas e a RA promoveram colaboração, engajamento e melhor compreensão das propriedades geométricas	No estudo os autores trouxeram ponderações significativas para a análise de recursos tecnológicos e a utilização de smartphones, dentro do ambiente escolar, com a utilização
Domingues (2019)	Criar um livro interativo	Quanti-qualitativa,	Anos Finais do Ensino	HP Reveal (Aurasma)	O recurso tornou as	

A utilização do smartphone com intermédio de um aplicativo de Realidade Aumentada para a aprendizagem de Estatística	aumentado para o ensino de Estatística	utilizando o app HP Reveal / Aurasma	Fundamental – 7º ano		aulas mais dinâmicas, despertou curiosidade e motivação, além de apontar desafios como a infraestrutura escolar	da Realidade Aumentada, desenvolvendo habilidades necessárias para o desenvolvimento do pensamento geométrico nos estudantes em específico na
Oliveira (2019) Criação de um aplicativo de RA para o ensino de Geometria	Desenvolver um aplicativo de TA (Solid Planning) para auxiliar na planificação de sólidos	Qualitativa, utilizando Unity, Blender e Vuforia	Ensino Fundamental (anos finais) e Ensino Médio	Solid Planning (criado pelo autor, usando Unity, Blender e Vuforia)	O aplicativo mostrou-se eficaz, de fácil manuseio e replicável, incentivando criticidade e autonomia dos estudantes	Geometria Espacial, despertando dessa maneira o interesse na construção de conceitos matemáticos relevantes para a presente pesquisa.
Dantas (2018) Uso da RA no Ensino de Geometria Espacial	Propor atividades de Geometria Espacial com RA para estudantes do Ensino Médio	Qualitativa, com proposta didática	Ensino Médio	Unity e Vuforia (uso genérico de RA para visualização de sólidos)	A RA tornou as aulas mais atrativas e dinâmicas, contribuindo para a compreensão de conceitos geométricos	
Silva (2017) Utilização de dispositivos móveis e recursos de RA nas aulas de Matemática para elucidação dos Sólidos de Platão	Analisar o uso de dispositivos móveis e RA no ensino dos Sólidos de Platão	Qualitativa, com oficinas para estudantes e professores	Ensino Médio e formação de professores	ARSolids	O uso da RA estimulou o interesse dos alunos, favoreceu a exploração dos sólidos e evidenciou a importância de integrar tecnologia ao ensino	A presente dissertação trouxe aporte para pesquisa atual pois através da leitura e testes o aplicativo apresentado corroborou de maneira relevante, trazendo aspectos positivos na aplicação da Geometria Espacial.

Fonte: Dados da Pesquisa (2025)

A análise dos trabalhos apresentados evidencia um consenso entre os pesquisadores sobre o potencial da Realidade Aumentada como ferramenta para tornar as aulas mais dinâmicas, interativas e significativas, sobretudo no ensino de conteúdos relacionados à Geometria Espacial. Ainda que parte das pesquisas tenha sido conduzida no ensino médio ou em contextos de formação de professores, os resultados demonstram possibilidades concretas de adaptação para os anos finais do ensino fundamental, nível que constitui o foco desta dissertação.

Observa-se, de maneira recorrente, que a RA favorece a visualização de sólidos geométricos, o desenvolvimento do pensamento geométrico e a motivação dos estudantes, contribuindo para a superação de paradigmas negativos historicamente associados à disciplina de Matemática.

3.2 Pesquisas relacionadas a temática em periódicos

Nesta etapa a busca foi realizada em periódicos indexados no portal da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior). Inicialmente, foram selecionados artigos a partir de critérios de relevância temática, considerando o título inicialmente e o resumo de cada publicação. Após essa triagem, procedeu-se à leitura integral dos trabalhos mais alinhados aos objetivos do estudo.

Esta pesquisa apoia-se em critérios que abrange diferentes perspectivas sobre o uso de aplicativos de Realidade Aumentada (RA) no contexto educacional e tecnológico. Cada um desses periódicos foi escolhido por sua relevância em áreas específicas, contribuindo para uma análise mais abrangente e interdisciplinar do tema.

O *Brazilian Journal of Development* destaca-se por sua abordagem multidisciplinar, publicando estudos que envolvem inovações tecnológicas e seu impacto em diversas áreas, incluindo a educação. Sua seleção justifica-se pela necessidade de explorar como a RA tem sido aplicada em diferentes setores, além de oferecer uma visão atualizada sobre desenvolvimentos recentes no cenário nacional e internacional.

O periódico *EducaOnline*, especializado em educação e tecnologias digitais, foi incluída por seu foco em pesquisas que discutem metodologias inovadoras de ensino-aprendizagem mediadas por tecnologias emergentes. A RA, enquanto ferramenta pedagógica, tem sido amplamente discutida nesse veículo, permitindo uma análise crítica sobre sua eficácia, desafios e potencialidades na educação formal e não formal.

A *Renote*, por sua vez, é uma referência no campo das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) aplicadas à educação, com ênfase em ambientes digitais e recursos inovadores. Sua escolha deve-se à sua tradição em publicar estudos empíricos e teóricos sobre integração tecnológica em sala de aula, incluindo experiências práticas com RA, o que enriquece a discussão com dados concretos e relatos de implementação.

Por fim, *Educação e Pesquisa*, periódico qualificado vinculado à Universidade de São Paulo (USP), foi selecionado por seu rigor acadêmico e por abordar temas educacionais sob uma perspectiva crítica e fundamentada. Sua contribuição é essencial para contextualizar a RA dentro de debates mais amplos sobre políticas educacionais, formação docente e desigualdades no acesso à tecnologia.

Em síntese, a combinação desses periódicos permite uma análise multidimensional do tema, contemplando desde aspectos técnicos e aplicações práticas até reflexões teóricas e críticas sobre o uso da RA na educação. Essa diversidade de fontes garante uma revisão bibliográfica robusta, alinhada aos objetivos da pesquisa de explorar tanto as potencialidades quanto os limites dessas tecnologias no cenário educacional contemporâneo.

Visando refinar as buscas e localizar artigos que aproximassem com a temática da pesquisa restringiu-se as palavras-chave “Realidade Aumentada”, para tanto a busca limitou-se o período de 2019 a 2024. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Resultados das buscas no Portal de Periódicos da Capes

Palavra-Chave	Revista	Artigos Encontrados	Artigos Selecionadas
Realidade Aumentada	<i>Brazilian Journal of Development</i>	20	3
Realidade Aumentada	EducaOnline	2	1
Realidade Aumentada	Renote	46	2
Realidade Aumentada	Educação e Pesquisa	1	0
Total		69	6

Fonte: Dados da Pesquisa (2024)

Os seis trabalhos selecionados em periódicos estão listados no Quadro 3.

Quadro 3: Artigos selecionados em periódicos

Título	Autor (es)	Revista Ano/Volume/Nº
--------	------------	--------------------------

Uma Beyblade em Realidade Aumentada: suas potencialidades pedagógicas no ensino de Geometria Espacial	Sergio da Costa Nunes; Carla Cristiane Costa.	<i>Brazilian Journal of Development</i> 2022 / Volume 8 Nº 2
A Realidade Aumentada e virtual como métodos de ensino	Mariana Fernandes Xavier; Eric Taiki Murakami; Ivo Vecelic Neto, Paulo R A de Oliveira; Rafael Celeghini Santiago; Cláudia Celeste Celestino.	<i>Brazilian Journal of Development</i> 2020 / Volume 6 Nº 12
Aplicabilidade da Realidade Aumentada no ensino de física	Martiniano Gomes Cirqueira Neto; Michelangelo de Carvalho Costa; Igor Santos Souza Corrêa; Lucas Barros Mota; José Miguel Barros de Moraes.	<i>Brazilian Journal of Development</i> 2024 / <u>Volume 10 Nº 1</u>
GeometriAR: aplicativo educacional com Realidade Aumentada para auxiliar o ensino de sólidos geométricos	Allisson Pierre Lino Gomes; Ricardo Argenton Ramos; Lucas Florêncio de Brito; Michel Ferreira Batista; Brauliro Gonçalves Leal.	<i>Renote</i> 2019 / Volume 19 Nº 1
O Uso da Realidade Aumentada na Educação Básica Brasileira: Um Mapeamento Sistemático.	Júlio César da Silva Dantas; Adja Ferreira de Andrade.	<i>Renote</i> 2022 / Volume 20 Nº 1
Simulação de Circuitos Elétricos em Laboratório Virtual com Realidade Aumentada na Educação Profissional	Marcelo Queres de Oliveira; Victor Gonçalves Gloria Freitas; Bianca Maria Rego Martins.	EducaOnline 2020 / Volume 14 Nº 3

Fonte: Dados da Pesquisa (2024)

Os aspectos mais relevantes de cada um dos artigos selecionados estão apresentados no Apêndice B, em quadros-resumo elaborados pela pesquisadora.

A análise dos artigos apresentados evidência que a Realidade Aumentada vem sendo explorada em diferentes áreas do conhecimento, mas com destaque crescente no ensino de conteúdos matemáticos, em especial na Geometria Espacial. Os estudos selecionados demonstram que a RA potencializa a visualização de sólidos geométricos, facilita a compreensão de conceitos abstratos e promove maior engajamento e motivação dos estudantes. Observa-se, ainda, que mesmo pesquisas cujo foco não é exclusivamente a Matemática oferecem subsídios importantes para

pensar sobre a aplicação dessa tecnologia em sala de aula, indicando a necessidade de novas investigações que aprofundem seu uso na educação básica, alinhando práticas pedagógicas à Educação Matemática contemporânea.

O Quadro 4 relaciona os artigos selecionados, por terem relação com a pesquisa, com o objetivo do estudo, aplicativo utilizado e as principais contribuições.

Quadro 4: Relação entre os artigos selecionados em periódicos

Autores (ano) Título	Objetivo do Estudo	Aplicativo utilizado	Principais contribuições
Nunes e Costa (2022) Uma Beyblade em Realidade Aumentada: suas potencialidades pedagógicas no ensino de Geometria Espacial	Investigar o uso de um objeto de aprendizagem (beyblade) em RA para auxiliar o ensino de Geometria Espacial.	Aumentaty	Favoreceu a identificação de figuras planas presentes no sólido e a compreensão das relações entre Geometria Plana e Espacial.
Xavier et al. (2020) A Realidade Aumentada e Virtual como métodos de ensino	Analisar a aplicação de Ra e RV em exposição científica, promovendo experiências imersivas.	Unity	Demonstrou potencial de adaptação da RA para conteúdos espaciais, ampliando a visualização e compreensão de conceitos tridimensionais.
Cirqueira Neto et al. (2024) Aplicabilidade da Realidade Aumentada no ensino de Física	Explorar como a RA pode tornar o ensino de Física mais dinâmico e acessível	Zappar	Destacou a visualização de conceitos abstratos em 3D, aplicável de forma interdisciplinar, fortalecendo a compreensão de sólidos e estruturas geométricas.
Gomes et al. (2019) GeometriaAR: aplicativo educacional com Realidade Aumentada para auxiliar o ensino de sólidos geométricos	Desenvolver e avaliar um aplicativo de RA para o ensino de prismas, pirâmides, cilindros, cones e esferas.	GeometriaAR	Contribuiu para a manipulação virtual de sólidos e o entendimento de propriedades geométricas, promovendo a aprendizagem significativa em Geometria Espacial
Dantas e Andrade (2022) O uso da Realidade Aumentada na Educação Básica Brasileira: um Mapeamento Sistemático	Mapear publicações brasileiras sobre o uso de RA na Educação Básica	Diversos (revisão de estudos)	Evidenciou o aumento de motivação e engajamento dos estudantes com RA e apontou lacunas na aplicação em Matemática e Geometria Espacial.
Oliveira et al. (2020) Simulação de Circuitos Elétricos em Laboratório Virtual com Realidade Aumentada na Educação Profissional	Avaliar a utilização de RA para simulação de circuitos elétricos em um laboratório virtual	Edmodo e PhysicsLab AR	Indicou que a RA pode ser integrada a diferentes campos do conhecimento, favorecendo a exploração de conceitos espaciais e abstratos

Fonte: Dados da Pesquisa (2025)

3.3 Pesquisas relacionadas a temática em Anais de Eventos.

Nessa etapa da busca, foram procurados artigos e resumos em anais de eventos. A busca limitou-se no recorte do período de 2018 a 2024, utilizando-se a palavra-chave “Realidade Aumentada”. Conforme segue tabela 4.

Tabela 4: Resultados das buscas em Anais de Eventos

Palavra-Chave	Eventos	Artigos Encontrados	Artigos Seleccionadas
Realidade Aumentada	XXVI – EBRAPEM	2	1
Realidade Aumentada	XIV ENEM	1	0
Realidade Aumentada	IV SITEM	3	1
Total		6	2

Fonte: Dados da Pesquisa (2023)

Após a leitura dos títulos e resumos foram seleccionados dois entre os seis trabalhos encontrados, sendo seus dados destacados no Quadro 5.

Quadro 5: Trabalhos seleccionados nas buscas em anais de eventos

Edição / Evento	Título	Autor(es)	Palavras-Chave
XXVI EBRAPEM 2022b	A utilização integrada da Realidade Aumentada com o software Geogebra na perspectiva da aprendizagem móvel de Geometria Espacial	Silvio Luiz Gomes de Amorim	Realidade Aumentada. GeoGebra. Aprendizagem Móvel. Geometria Espacial.
IV SITEM 2023	A Realidade Aumentada como Ferramenta para o Ensino de Matemática: Um Estudo sobre o Uso do Aplicativo Sólidos RA no conteúdo de Prismas nos Anos Finais Ensino Fundamental	Paulo Vitor Frazão; Carlos Alberto Ferreira da Silva.	Metodologia; Realidade Aumentada; Prismas; Sólidos RA

Fonte: Dados da Pesquisa (2024)

No Apêndice C, são apresentados o quadro-resumo elaborado pela pesquisadora de cada um dos artigos seleccionados. Os artigos analisados reforçam que a utilização de aplicativos de Realidade Aumentada no ensino de Matemática, especialmente com conteúdo de Geometria Espacial nos anos finais do ensino fundamental, contribui para a superação das limitações das representações bidimensionais tradicionais. Os trabalhos seleccionados nos Anais de eventos estão

listados no Quadro 6 com seus aspectos tais como objetivo, aplicativo utilizado e os principais resultados.

Quadro 6: Relação entre os artigos selecionados em anais de Eventos

Autores (Ano) Título	Objetivo do Estudo	Aplicativo/Software de RA utilizado	Principais contribuições
Amorim (2022b) A utilização integrada da Realidade Aumentada com o software GeoGebra na perspectiva da aprendizagem móvel de Geometria Espacial	Investigar a integração do software GeoGebra e da RA para potencializar o ensino e a aprendizagem de Geometria Espacial, promovendo a aprendizagem móvel (Mobile Learning)	GeoGebra + aplicativo de RA	Destaca a tríade “software dinâmico, RA e smartphone” como potencializadora do ensino de Matemática; evidencia que a RA permite a projeção e manipulação de sólidos em 3D, ampliando a compreensão de conceitos e teoremas geométricos; introduz o conceito de Mobile Learning para ampliar o acesso ao conteúdo
Frazão e Silva (2023) A Realidade Aumentada como ferramenta para o ensino de Matemática: um Estudo sobre o uso do aplicativo Sólidos RA no conteúdo de Prismas nos Anos Finais do Ensino Fundamental	Analisar o impacto do aplicativo Sólidos RA na aprendizagem de prismas e na motivação dos estudantes nos anos finais do Ensino Fundamental	Sólidos RA	Evidencia que o uso da RA torna as aulas mais dinâmicas e atrativas; promove maior engajamento e participação dos alunos; facilita a visualização tridimensional de prismas e favorece uma aprendizagem mais significativa do conteúdo

Fonte: Dados da Pesquisa (2025)

As pesquisas evidenciam que a RA, integrada a softwares como o GeoGebra ou aplicada por meio de aplicativos específicos como o Sólidos RA, amplia as possibilidades de exploração, manipulação e compreensão de sólidos geométricos. Esses estudos fundamentam a relevância de investigações voltadas para o uso pedagógico da RA em contextos da Educação Básica, alinhando tecnologia, inovação e práticas didáticas para potencializar a aprendizagem matemática.

As análises dos artigos de Amorim (2022b) e Frazão e Silva (2023) confirmam o potencial da Realidade Aumentada como recurso pedagógico para o ensino de Geometria Espacial, especialmente nos anos finais do Ensino Fundamental. Ambos os estudos demonstram que a RA amplia a visualização e a manipulação de sólidos, promovendo engajamento e contribuindo para tornar o aprendizado mais interativo e significativo, alinhando-se às demandas contemporâneas da Educação Matemática.

Pode-se concluir que a ferramenta de RA auxilia e é de fácil acesso mostrando ser uma alternativa interessante e eficaz.

3.4 Considerações finais do capítulo

A busca por trabalhos para elaboração do Estado do Conhecimento, além de elencar pesquisas já realizadas sobre o tema, também teve como propósito a identificação sobre a utilização de aplicativos de Realidade Aumentada utilizados pelos pesquisadores, que pudessem ser utilizados durante as atividades envolvendo os conceitos de Geometria Espacial dentro da área da Educação Matemática.

Assim, de modo a mapear o que se tem de produção no campo científico concernentes com a temática, encontrou-se algumas possibilidades para Realidade Aumentada (RA).

A elaboração do Estado do Conhecimento teve como finalidade situar a pesquisadora no contexto científico no que se refere o objeto desta pesquisa e contribuir para a sua base teórica. Ficou evidente que os autores estudados defendem a Realidade Aumentada como uma ferramenta que auxilia e apoia o processo de aprendizagem, demonstrando seus benefícios por meio de experimentos com alunos.

A análise abrangente de dissertações, artigos e estudos recentes evidência que a Realidade Aumentada vem se consolidando como uma ferramenta pedagógica relevante para o ensino de Matemática, em especial para a Geometria Espacial nos anos finais do Ensino Fundamental.

As pesquisas revisadas apontam que a RA amplia a visualização e manipulação de sólidos geométricos, possibilitando a transição de representações bidimensionais para experiências tridimensionais mais concretas e interativas. Além disso, os estudos revelam que o uso dessa tecnologia promove maior engajamento, motivação e participação dos estudantes, contribuindo para a aprendizagem significativa e para a superação de concepções negativas associadas à Matemática.

Ainda que algumas investigações tenham se estendido para outros níveis de ensino ou áreas do conhecimento, todas ofereceram subsídios valiosos para compreender o potencial e os desafios da implementação da RA em contextos escolares. Em síntese, o levantamento realizado reafirma a relevância e a pertinência de novas investigações que articulem a Realidade Aumentada, a Educação

Matemática e o ensino de Geometria Espacial, favorecendo práticas pedagógicas inovadoras e alinhadas às demandas contemporâneas da Educação Básica.

No entanto, a ferramenta, por si só, não promove a aprendizagem. É essencial e primordial que o aluno seja motivado a buscar o conhecimento, e isso é alcançado através de cenários de aprendizagem significativos pelo professor, que atua como mediador entre a tecnologia e a aprendizagem.

4 Fundamentação Teórica

Neste capítulo, apresentam-se e discutem-se os referenciais teóricos que fundamentam este trabalho. Para tanto, abordam-se a utilização pedagógica das Tecnologias Digitais no ensino de Matemática e os princípios básicos da Realidade Aumentada.

4.1 Utilização Pedagógica das Tecnologias Digitais no ensino de Matemática

O cenário contemporâneo é marcado pelas transformações, que abrangem desde o avanço da tecnologia, a evolução das teorias pedagógicas e mudanças sociais. A escola, em seu papel fundamental, teria potencial em se alinhar e esses progressos, entretanto observa-se que as inovações no ambiente educacional não ocorrem ao mesmo tempo que a sociedade muda.

A utilização dos avanços da pesquisa pode auxiliar a escola a descobrir-se, transformar-se, de modo que seja dedicada à compreensão aprofundada e ao estímulo da criatividade, de maneira que os projetos desenvolvidos sejam originais e garantindo ao aluno a autonomia para realizar as escolhas em sua trajetória escolar.

Nessa perspectiva, a constante atualização do corpo docente emerge como algo fundamental. Os educadores devem, portanto, capacitar os estudantes a desenvolverem um pensamento crítico, que lhes permita não apenas internalizar o conhecimento adquirido em ambiente escolar, mas também transpor essa aprendizagem para a resolução de problemas reais em seu cotidiano. Desse modo, os alunos serão aptos a se desenvolverem enquanto cidadãos ativos e participativos na sociedade em que estão inseridos.

Tal premissa converge com os princípios estabelecidos na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que enfatiza a relevância do saber matemático:

O conhecimento matemático é necessário para todos os alunos da Educação Básica, seja por sua grande aplicação na sociedade contemporânea, seja pelas suas potencialidades na formação de cidadãos críticos, cientes de suas responsabilidades sociais. (Brasil, 2018, p. 221)

Diante dos desafios vivenciados pelos professores da educação básica atualmente, esta pesquisa propõe explorar como a integração de tecnologias pode

transformar as práticas pedagógicas. O objetivo é criar um ambiente acolhedor e desafiador que promova a construção significativa de saberes e conhecimento.

Para Castellar e Moraes (2016, p. 9):

Práticas escolares que valorizam o aluno como protagonista permitem que ele participe do processo e se envolva na construção de diferentes conhecimentos. Dessa forma, o aluno pode compreender a realidade e a explicação para os fenômenos naturais, a criação de um objeto técnico, a descoberta de uma vacina, entre outros.

Para que o aluno atue como protagonista e agente de seu conhecimento, cabe ao educador, o papel de mediador e assim engajar seu público de alunos rumo ao conhecimento. Conforme Castellar e Moraes (2016), a maneira de ensinar não é somente transferir conhecimento, mas de fato propiciar ao educando de maneira criativa a oportunidade de construir o conhecimento.

A aprendizagem em Matemática está intrinsecamente ligada à compreensão, que se manifesta na apreensão dos significados dos objetos matemáticos, sem negligenciar suas aplicações práticas. Os significados desses objetos emergem das conexões que os estudantes estabelecem entre eles e outros componentes curriculares, entre eles e seu cotidiano, e entre os diversos temas matemáticos. Essa perspectiva é reforçada pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que preconiza:

A aprendizagem em Matemática está intrinsecamente relacionada à compreensão, ou seja, à apreensão de significados dos objetos matemáticos, sem deixar de lado suas aplicações. Os significados desses objetos resultam das conexões que os alunos estabelecem entre eles e os demais componentes, entre eles e seu cotidiano e entre os diferentes temas matemáticos. (Brasil, 2018, p.276)

Assim, o conhecimento matemático deve ser alicerçado, construído e pautado na contextualização com o cotidiano do aluno, visando a potencializar o desenvolvimento de habilidades e aprofundar a compreensão, além de despertar o engajamento e o desejo pela aprendizagem. Essa abordagem não só solidifica o aprendizado, mas também o torna mais relevante e significativo para a vida dos estudantes.

Com vistas para o desenvolvimento de uma postura mais proativa, relacionada a interação de atitudes voltadas para a colaboração, respeito mútuo, entre outras e assim dar um suporte ao que ensina e o contexto em que o estudante está inserido.

Para Nóvoa (2022, p. 18) “a missão de um professor de Matemática não é ensinar Matemática, é formar um aluno através da Matemática”.

A Matemática presente no cotidiano, pode-se percebê-la nas informações evidenciadas em jornais, revistas e notícias veiculadas em meios de comunicações diversos. Pode-se exemplificar no uso de imagens de satélites para mapear situações em que áreas são desmatadas para monitoramento e fiscalização, ou a utilização de tais recursos na determinação da produtividade de uma colheita, levando-se consideração as dimensões de um terreno. Conscientizar os estudantes destes problemas reais é apontado pela BNCC:

Para formar esses jovens como sujeitos críticos, criativos, autônomos e responsáveis, cabe às escolas proporcionar experiências e processos que lhes garantam as aprendizagens necessárias para a leitura da realidade, o enfrentamento dos novos desafios da contemporaneidade (sociais, econômicos e ambientais) e a tomada de decisões éticas e fundamentadas. O mundo deve lhes ser apresentado como campo aberto para investigação e intervenção quanto a seus aspectos políticos, sociais, produtivos, ambientais e culturais, de modo que se sintam estimulados a equacionar e resolver questões legadas pelas gerações anteriores – e que se refletem nos contextos atuais –, abrindo-se criativamente para o novo. (Brasil, 2018, p. 463)

Não é de hoje que se verifica a presença e a utilização de tecnologias digitais no cotidiano e no ambiente escolar, este processo está em andamento e é irreversível. Ao longo do tempo, pode-se perceber o desenvolvimento de diversas tecnologias associadas à inteligência humana. Em primeiro momento, a interação oral transmitindo as informações, fazendo-os circular nos mais diversos ambientes.

Borba, Scucuglia e Gadani (2021), argumentam que a lousa, lápis e o papel são mídias do século passado, e estão presentes no ambiente escolar. Mas ressalta que uma mídia ou tecnologia não substitui a outra, na verdade transforma, e naturalmente outras surgirão no futuro e sendo utilizadas concomitantes com as já existentes.

Observa-se que embora algumas escolas proibam o uso dos dispositivos móveis *smartphones*, estes aparelhos já fazem parte do cotidiano dos estudantes e professores atualmente. Portanto, os educadores podem retirar do posto de “vilão” os *smartphones*, item responsável pela dispersão nas aulas e usá-los a favor do ensino e do aprendizado dos estudantes, considerando-se a diversidade de recursos e aplicativos existentes que podem ser usados com a mediação dos professores.

Segundo, Domingues:

É preciso elaborar propostas para utilizar as ferramentas tecnológicas como metodologia de ensino, a fim de inserir principalmente aqueles que não possuem tais recursos tecnológicos. Portanto, proporcionar o uso dessas tecnologias dentro da sala de aula pode contribuir para o processo de ensino e aprendizagem, motivando os sujeitos que frequentam esse ambiente a estudar e a buscar a aprendizagem, estimulando a busca do senso crítico, tornando-os sujeitos que tenham a percepção de mundo. (Domingues, 2019, p. 18)

As propostas pedagógicas não podem distanciar-se da realidade e vida em sociedade dos estudantes pois encontram-se constantemente conectados, possuem a capacidade de receber e repassar informações muitas vezes em ritmo acelerado.

Desse modo a utilização de tecnologias digitais podem ser facilitadoras do processo e de grande utilidade, facilitando a dinâmica e o trabalho docente desenvolvidas durante as aulas. Pois elas podem auxiliar e estimular no processo de protagonismo estudantil, criando um ambiente aberto ao diálogo de incentivo a imaginação, restabelecendo assim uma postura positiva e produtiva aproximando o conteúdo aplicado em sala de aula em conhecimento.

Para a BNCC,

Cabe ainda destacar que o uso de tecnologias possibilita aos estudantes alternativas de experiências variadas e facilitadoras de aprendizagens que reforçam a capacidade de raciocinar logicamente, formular e testar conjecturas, avaliar a validade de raciocínios e construir argumentações. (Brasil, 2018, p. 536)

Por tudo isso, constata-se que as tecnologias digitais, ao possibilitarem o acesso em tempo real às informações, constituem ferramentas que vieram para permanecer. Torna-se necessário conviver com elas e utilizá-las como aliadas no processo de ensino e aprendizagem. Borba, Scucuglia e Gadanidis (2021) reconhecem que o design de novas atividades investigativas baseadas no uso de tecnologias tem aprimorado qualitativamente o fazer matemático de maneira dinâmica.

De acordo com Amorim (2022b) o ambiente educacional deve ser enriquecido por uma tríade composta por *software* de Matemática Dinâmica, aplicativo de Realidade Aumentada e dispositivo tecnológico portátil (como o smartphone), pois os três elementos podem atuar como potencializadores do conhecimento e da experiência em conteúdos matemáticos.

A BNCC, destaca também que:

Além dos diferentes recursos didáticos e materiais, como malhas quadriculadas, ábacos, jogos, calculadoras, planilhas eletrônicas e *softwares* de geometria dinâmica, é importante incluir a história da Matemática como recurso que pode despertar interesse e representar um contexto significativo

para aprender e ensinar Matemática. Entretanto, esses recursos e materiais precisam estar integrados a situações que propiciem a reflexão, contribuindo para a sistematização e a formalização dos conceitos matemáticos. (Brasil, 2018, p. 298)

Diante disso, a educação não pode ser baseada em algo em descompasso com a realidade ou em apenas na resolução de exercícios sem conexão com o cotidiano, pois mais do que fazer, é necessário, compreender e refletir.

Busca-se nesta pesquisa apresentar os benefícios que a tecnologia possa trazer para o ensino da Geometria Espacial, explicitando uma aprendizagem mais motivadora, com ênfase na capacidade de interpretação.

4.1.1 O Ensino de Geometria com Tecnologias Digitais

A Matemática permeia inúmeras atividades cotidianas e em diversas profissões. A Geometria, por exemplo, encontra vasta aplicação na construção civil, desde a fase do projeto arquitetônico até a finalização de uma obra. Sua relevância estende-se também à confecção de jogos eletrônicos, próteses, maquetes, entre outros campos.

Contudo, a abordagem da Geometria Espacial no ensino apresenta desafios notáveis, conforme pontua Oliveira em sua pesquisa:

Exercer essa prática que transita de forma fluída entre as diferentes representações na Geometria Espacial representa um grande desafio para o professor, caso ele se mantenha restrito ao uso do livro didático e do quadro, pois estes são instrumentos limitados principalmente no que se refere a representação visual. (Oliveira, 2021, p.14)

Diante disso, a complexidade da Geometria Espacial demanda uma abordagem mais dinâmica e interativa, capaz de proporcionar aos alunos uma compreensão aprofundada e concreta das formas e suas relações no espaço. Sem o auxílio de recursos que ampliem a capacidade de visualização, como ferramentas digitais ou modelos tridimensionais, os professores podem enfrentar dificuldades em oferecer uma experiência de aprendizagem verdadeiramente significativa. Isso ressalta a importância de integrar novas metodologias e tecnologias para enriquecer o ensino da Matemática e, em particular, da Geometria Espacial.

Cabe ao docente apresentar figuras geométricas, correlacionando-as com objetos reais para facilitar a compreensão de suas características. O objetivo é também formar cidadãos críticos, aptos a analisar e inferir sobre problemas de sustentabilidade que envolvam cálculos de superfícies, volumes, massas e

capacidades de sólidos geométricos. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) endossa essa perspectiva, ao afirmar que:

A **Geometria** envolve o estudo de um amplo conjunto de conceitos e procedimentos necessários para resolver problemas do mundo físico e de diferentes áreas do conhecimento. Assim, nessa unidade temática, estudar posição e deslocamentos no espaço, formas e relações entre elementos de figuras planas e espaciais pode desenvolver o pensamento geométrico dos alunos. Esse pensamento é necessário para investigar propriedades, fazer conjecturas e produzir argumentos geométricos convincentes. (Brasil, 2018, p. 271)

Portanto, a Geometria não deve ficar reduzida apenas a aplicação de exercícios, com a reprodução e aplicação de fórmulas prontas de área e volume. Para a construção do pensamento geométrico, pode-se oportunizar aos estudantes a utilização de *softwares* de Realidade Aumentada, destacando os elementos da Geometria Espacial e, em contrapartida, realizando comparações com os objetos presentes no cotidiano dos alunos. Essa abordagem, que transcende a aplicação mecânica de fórmulas, visa a proporcionar uma compreensão mais profunda e contextualizada do universo geométrico.

Sob a perspectiva de Romeiro et al. (2020), a manipulação de objetos desempenha um papel crucial na aprendizagem dos sólidos em Geometria, uma vez que agrega valor visual e facilita a transição da compreensão bidimensional para a tridimensional. A partir de então, a exploração de objetos cotidianos e a correlação de suas formas e particularidades abrem caminho para a investigação das propriedades e elementos da Geometria Plana e Espacial. Consequentemente, isso possibilita o cálculo de suas respectivas áreas e volumes.

Conforme Marquetti (2015), os alunos geralmente enfrentam dificuldades na compreensão e visualização de sólidos geométricos, bem como nos pressupostos decorrentes da representação de objetos tridimensionais no plano. Essa problemática se acentua no ensino e aprendizagem da Geometria Espacial, como o autor ressalta. Sobre o ensino e aprendizagem de Geometria Espacial Marquetti (2015) destaca que:

No ensino da Geometria Espacial, é comum que se utilize o desenho como a mais importante ferramenta para representar os sólidos geométricos e tentar sistematizar os conteúdos matemáticos que estão sendo estudados. No entanto, este recurso traz uma série de limitações, visto que um número muito grande de informações é perdido na utilização do suporte bidimensional do desenho às formas tridimensionais representadas. (Marquetti, 2015, p. 13)

Nesse contexto, percebe-se a existência de pesquisas focadas na melhoria da visualização e, conseqüentemente, na sólida construção do pensamento geométrico. Tais estudos frequentemente verificam o potencial da Realidade Aumentada para minimizar as dificuldades dos estudantes na visualização de objetos tridimensionais, oferecendo uma abordagem mais imersiva e interativa.

Ribeiro et al. (2020) enfatizam a relevância da integração tecnológica no ambiente educacional para o desenvolvimento de habilidades tecnológicas cruciais aos estudantes. Essas habilidades são cada vez mais requisitadas no mercado de trabalho, tornando a mediação entre educação e tecnologia fundamental para preparar os alunos diante dos desafios futuros.

Lima et al. (2022) abordam a inserção de ferramentas tecnológicas em sala de aula como um auxílio ao trabalho investigativo e ao pensamento reflexivo dos estudantes. Sobre a utilização da Realidade Aumentada (RA) como estratégia pedagógica, os autores descrevem que:

a utilização da RA como recurso pedagógico nas aulas de matemática possibilita que o aluno construa e busque conhecimento, além de levá-lo à resolução de problemas de forma desafiadora. No mais, permite ao aluno fazer questionamentos e instiga sua curiosidade. Por possibilitar essa vivência no mundo real por meio de imagens virtuais, o recurso da RA propicia uma aprendizagem reflexiva, fazendo com que o aluno seja levado a um protagonismo real de suas ações e do seu conhecimento. (Lima et al. 2022, p. 7)

Dessa forma, a RA oferece um potencial significativo para transformar o ensino da matemática, tornando-o mais interativo e atrativo para a aprendizagem. Para tanto, os professores podem criar ambientes de aprendizagem que atendam às diversas necessidades dos estudantes, promovendo engajamento e uma compreensão mais profunda dos conceitos matemáticos.

Ribeiro et al. (2020) destacam que uma das principais finalidades da Realidade Aumentada (RA) no contexto educacional é a possibilidade de o estudante manipular e explorar ambientes tridimensionais, além da integração que o envolvimento proporciona. Essa característica permite relacionar conceitos matemáticos abstratos, aproximando o estudante do objeto de aprendizagem e criando um ambiente mais dinâmico e engajador. Isso se mostra eficaz na assimilação e compreensão de conceitos complexos e abstratos.

Conforme Amorim (2022b), os estudantes compreendem primariamente por vias visuais, e a Matemática adquire um novo significado quando eles acessam novas

formas de conhecimento. A Realidade Aumentada (RA), nesse contexto, pode ser empregada para criar ambientes de aprendizagem colaborativos. Nesses ambientes, os alunos conseguem trabalhar em grupo para resolver e construir situações-problema, o que os auxilia na integração do conhecimento.

Em concordância com Souza e Rendeiro (2023), a vinculação de recursos tecnológicos a metodologias tradicionais tende a contribuir significativamente para que as aulas se tornem consideravelmente mais compreensíveis na assimilação dos conteúdos. Isso se deve ao fato de que os *softwares* educacionais ofertam a possibilidade de exploração tridimensional e simulações de situações do mundo real, enriquecendo a experiência de aprendizagem.

Na prática do ensino de Geometria Espacial, cuja natureza é inerentemente tridimensional, a utilização de recursos que auxiliam os estudantes na visualização e interação concreta com os objetos de estudo se mostra fundamental. Nesse contexto, os *softwares* de Realidade Aumentada (RA) preenchem essa lacuna, pois, ao oferecerem um ambiente virtual, permitem manipular, explorar, analisar e conjecturar sobre as figuras de maneira dinâmica, o que colabora significativamente para a construção do conhecimento.

Essa abordagem permite conectar conceitos abstratos a experiências do mundo real, facilitando a compreensão de noções complexas. Ela auxilia os estudantes a visualizarem e representarem mentalmente objetos tridimensionais, incentivando-os a explorar e descobrir os conceitos matemáticos. Souza e Rendeiro (2023) discorrem sobre a utilização de recursos tecnológicos digitais:

Nesse sentido, recursos tecnológicos digitais como a realidade aumentada poderiam ser usados em sala de aula a fim de permitir que o mundo real e digital se misture, possibilitando ao professor trabalhar um conteúdo disciplinar no formato tridimensional, ou seja, explorando as três dimensões da geometria (altura, profundidade e largura), propiciando ao aluno maior aproximação entre sua realidade e o conteúdo. (Souza; Rendeiro, 2023, p. 10)

Assim, a utilização da Realidade Aumentada (RA) no contexto escolar pode interagir com materiais impressos e digitais, gerando maior interesse dos estudantes pelo conteúdo. Dessa forma, a RA surge como uma proposta pedagógica inovadora para facilitar a exploração das características dos sólidos geométricos na Geometria Espacial.

A utilização de ferramentas tecnológicas no ensino de Geometria Espacial possui um potencial significativo para aprimorar o processo de ensino e

aprendizagem. Isso se manifesta tanto na visualização dos conceitos quanto na organização do pensamento, diferindo das abordagens tradicionais que empregam lápis, papel ou lousa. Não se trata de um processo ser melhor que o outro, mas sim de reconhecer que são métodos distintos. Essa diferença reside no procedimento de construção do conhecimento, no qual a tecnologia é empregada em favor da aprendizagem.

4.1.2 Taxonomia Revisada de Bloom na utilização da tecnologia no ambiente escolar

Considerando a aplicação pedagógica da tecnologia no ensino de Matemática, busca-se aporte teórico na Taxonomia de Bloom (Bloom et al., 1956). Essa taxonomia, desenvolvida por Benjamin Samuel Bloom e seus colaboradores na década de 1950, oferece uma estrutura hierárquica para classificar os objetivos educacionais. Bloom, renomado psicólogo educacional, nasceu em Lansford, Pensilvânia, nos Estados Unidos. Sua taxonomia continua sendo uma ferramenta fundamental para o planejamento e avaliação de estratégias de ensino, inclusive no contexto da integração tecnológica.

Conforme Neves (2023), a Taxonomia de Bloom é uma estrutura amplamente utilizada para classificar e organizar objetivos de aprendizagem em diferentes níveis de complexidade cognitiva. A versão original apresenta seis níveis hierarquicamente dispostos no domínio cognitivo, que avançam do mais simples ao mais complexo; são elas: conhecimento, compreensão, aplicação, análise, síntese e avaliação (Figura 1). Essa estrutura serve como um guia para o planejamento educacional e para a avaliação do aprendizado dos alunos.

Figura 1: Taxonomia de Bloom original



Fonte: [BENEDETTE](#), 2020

Ao longo do tempo, a estrutura original da Taxonomia de Bloom foi revisada e ampliada para melhor se adequar às necessidades contemporâneas da educação. Em 2001, Lorin Anderson, ex-estudante de Bloom, e uma equipe de acadêmicos, mantiveram os seis níveis de cognição, mas atualizaram as descrições, termos e verbos. Essa revisão teve como objetivo refletir uma compreensão mais detalhada e precisa dos processos envolvidos na aprendizagem, resultando na conhecida Taxonomia de Bloom Revisada (Anderson; Krathwohl; Bloom, 2001). Essa atualização a tornou ainda mais relevante para o planejamento educacional e a avaliação do aprendizado no século XXI, que demanda não apenas a aquisição de conhecimento, mas também o desenvolvimento de habilidades de pensamento crítico, resolução de problemas e criatividade.

Após a revisão de 2001, a Taxonomia de Bloom foi novamente reorganizada e revisada em 2009 com o objetivo de atender às demandas do planejamento educacional em contextos tecnológicos e ambientes da era digital, conforme Neves (2023). Essa atualização, apresentada na Figura 2, introduziu novas denominações para os níveis cognitivos: recordar, entender, aplicar, analisar, avaliar e criar. Essa versão reflete a evolução da compreensão sobre como a tecnologia pode ser integrada aos processos de aprendizagem e avaliação.

Figura 2: Taxonomia de Bloom para era digital



Fonte: Elaborado pela autora, com base em Ortiz et al. (2020)

Nesse sentido, a Taxonomia de Bloom mostrou-se uma ferramenta eficaz para a análise dos dados de pesquisas acadêmicas em Educação Matemática que investigam o uso da Realidade Aumentada (RA) na compreensão da Geometria Espacial. Ao alinhar as atividades propostas com os níveis cognitivos da taxonomia, é possível verificar como a RA contribui para o desenvolvimento do pensamento geométrico e a superação das dificuldades de visualização de objetos tridimensionais, permitindo uma análise mais aprofundada da aprendizagem dos estudantes. Com base na Taxonomia de Bloom, uma sequência didática foi estruturada de maneira a acompanhar os estudantes avançarem progressivamente por meio de atividades planejadas para explorar os diferentes níveis da Taxonomia.

No ensino de Geometria Espacial, uma disciplina que frequentemente desafia a visualização e a compreensão tridimensional dos estudantes, a aplicação da Taxonomia de Bloom permite desenhar atividades que guiam o estudante desde o reconhecimento de figuras (nível de recordação/conhecimento) até a aplicação de fórmulas, análise de propriedades, e o ideal, a criação de novos modelos ou soluções para problemas.

A RA, ao permitir a manipulação e exploração de objetos tridimensionais em um ambiente virtual interativo, contribui significativamente para que os estudantes alcancem níveis mais elevados da taxonomia. Por exemplo, a capacidade de manipular um sólido geométrico virtualmente pode levar à compreensão de suas propriedades, à análise de suas relações com outros objetos e, em um nível mais

avançado, à criação de novos projetos ou soluções. Essa mediação tecnológica facilita a transição da compreensão bidimensional para a tridimensional, superando as limitações dos métodos tradicionais de ensino, como o uso exclusivo de lápis e papel.

Ao alinhar as atividades propostas com os níveis cognitivos da taxonomia, é possível verificar como a RA potencializa o desenvolvimento do pensamento geométrico e a superação das dificuldades de visualização, permitindo uma análise mais aprofundada da aprendizagem dos estudantes e das contribuições da tecnologia para uma educação matemática mais engajadora e efetiva.

4.1.3 Sequência Didática

A Sequência Didática (SD) configura-se como uma ferramenta pedagógica que organiza uma sucessão de atividades com o propósito de construir conhecimento. Por meio de objetivos bem definidos, a SD visa a promover o pensamento crítico e a reflexão nos estudantes ao longo de seu percurso. Sua estrutura envolve um conjunto de atividades cuidadosamente planejadas e organizadas de forma sequencial. Para o êxito dessa modalidade, a organização de uma sequência didática deve considerar a sucessão lógica e seguir uma progressão que favoreça a construção de novos saberes e conhecimentos. Zabala considera que o propósito principal dessa metodologia de ensino é:

Introduzir nas diferentes formas de intervenção aquelas atividades que possibilitem uma melhora de nossa atuação nas aulas, como resultado de um conhecimento mais profundo das variáveis que intervêm e do papel que cada uma delas tem no processo de aprendizagem dos meninos e meninas. (Zabala, 1998, p.54).

Em termos de organização dos conteúdos curriculares, a Sequência Didática (SD) é caracterizada como uma metodologia que integra um conjunto de atividades interconectadas. Para tanto Oliveira (2013) explica que a Sequência Didática:

[...] prescinde de um planejamento para delimitação de cada etapa e/ou atividade para trabalhar os conteúdos disciplinares de forma mais integrada para uma melhor dinâmica no processo ensino/aprendizagem (Oliveira 2013, p. 39)

A autora ressalta que a elaboração de uma sequência didática requer a observância de etapas fundamentais, as quais incluem a seleção do tema, a

formulação de questionamentos que problematizem o tema a ser explorado, e o planejamento dos conteúdos e objetivos a serem alcançados no processo de ensino-aprendizagem. Adicionalmente, Oliveira (2013) enfatiza a importância de se definirem a sequência das atividades, a formação dos grupos, o cronograma, os materiais didáticos, a integração entre cada atividade e a avaliação dos resultados.

Ainda nesse sentido, Tavares (2023) aponta que:

Na realidade atual da sala de aula, observa-se um considerável crescimento de professores e pesquisadores que empregam a proposta metodológica da sequência didática para facilitar o desenvolvimento de atividades que visam à construção de novos conhecimentos e saberes. (Tavares, 2023 p. 80)

Na literatura recente, evidencia-se um aumento no número de estudos sobre sequências didáticas como abordagem metodológica, o que reflete a relevância atribuída por pesquisadores e professores a essa estratégia em espaços educacionais. Esse método tem sido adotado por sua eficácia em organizar e estruturar o ensino, facilitando o desenvolvimento de atividades que fomentam a promoção da construção de novos conhecimentos e saberes.

A sequência didática oferece uma abordagem sistemática para o planejamento do ensino, permitindo que os educadores orientem os estudantes por meio de etapas de aprendizagem claras e progressivas. Essa metodologia não apenas confere maior consistência ao processo educacional, mas também auxilia os alunos a conectarem e aplicar o conhecimento de forma mais prática. De acordo com Tavares (2023), uma sequência didática bem estruturada possui o potencial de estabelecer uma conexão clara entre temas correlatos, evidenciando a compreensão e as inter-relações dentro de uma disciplina. Além disso, essa abordagem pode transcender os limites de uma única área de estudo, envolvendo diferentes áreas do conhecimento.

Ao estabelecer um encadeamento lógico e consistente de conteúdos, a sequência didática possibilita aos estudantes a compreensão de como conceitos de diferentes disciplinas se interconectam e se complementam. Esse processo favorece uma aprendizagem mais holística e contextualizada, incentivando os alunos a aplicar e relacionar conhecimentos de maneira abrangente e interdisciplinar.

Nesta pesquisa, o principal objetivo da sequência didática é compor estratégias para propor uma abordagem de ensino de Geometria Espacial. Essa proposta visa a utilizar ferramentas digitais, como *smartphones* e aplicativos de Realidade Aumentada,

concatenando o uso da tecnologia à prática educativa. Assim, busca-se promover o engajamento e o protagonismo estudantil.

4.2 Princípios básicos sobre a Realidade Aumentada (RA)

Embora os termos Realidade Virtual (RV) e Realidade Aumentada (RA) possam denotar inovações contemporâneas, Kirner (2011) aponta que a Realidade Virtual surgiu em 1963, nos Estados Unidos. Ivan Sutherland, em um marco inicial, possibilitou o manuseio de objetos tridimensionais em monitores de computador em tempo real. O dispositivo desenvolvido por Sutherland consistia em um sistema suspenso no teto, que utilizava tubos de raios catódicos para apresentar imagens separadas a cada olho do usuário, geradas por computador.

Nesse contexto, o usuário pode interagir com um ambiente virtual por meio de dispositivos como capacetes, salas com multiprojeção e outros equipamentos de imersão. Essa interação transporta o usuário para um domínio onde é possível interagir com objetos que proporcionam sensações através de dispositivos multissensoriais. Para se fazer uso da Realidade Virtual, existe a necessidade de equipamentos especiais e treinamento específicos para a sua utilização, portanto o acesso a essa tecnologia acaba limitada.

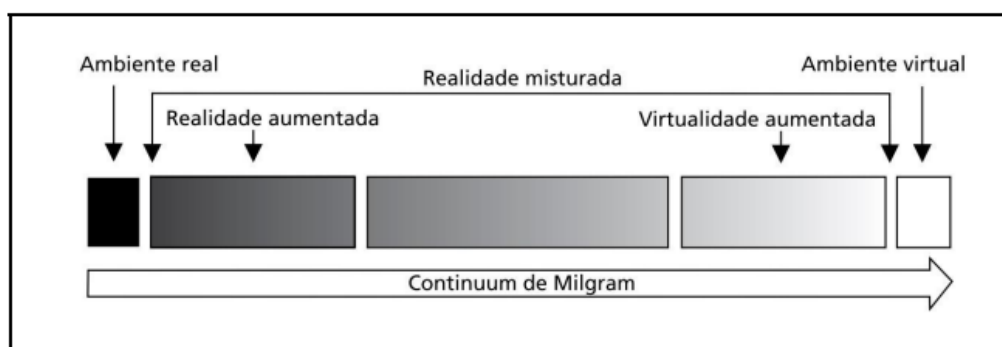
Conforme Kirner (2011), o termo Realidade Virtual (RV) surgiu em 1989, concedido pelo artista e cientista da computação Jaron Lanier, para designar uma tecnologia de interface avançada que permite a imersão de um usuário em um ambiente virtual. Por outro lado, Tori e Hounsell (2018) indicam que a Realidade Aumentada (RA) emergiu em meados dos anos 1980, desenvolvida pela Força Aérea Americana em um simulador de avião. Diferentemente da RV, que transporta o usuário para um ambiente totalmente virtual, a RA mistura elementos virtuais com o espaço físico, mantendo o usuário em seu ambiente real e inserindo objetos virtuais nele, sem a necessidade de adaptação do usuário ao novo cenário.

O termo Realidade Aumentada (RA) foi formalmente cunhado em meados dos anos 1990 pelo Professor Thomas Caudell, no contexto de um projeto colaborativo com a empresa Boeing. Esse projeto visava a desenvolver um mostrador digital para aviões que mesclava gráficos virtuais com a realidade física. No final dos anos 2000, com a popularização e maior acessibilidade da internet, surgiram aplicações de

Realidade Aumentada de baixo custo, o que contribuiu para a disseminação dessa tecnologia. Nesse sentido, novas nomenclaturas foram criadas para diferenciar os diversos processos de acordo com sua capacidade interativa.

Em 1994 um importante artigo publicado por Milgram e mais três colegas (Milgram et al., 1994) apresentaram o que passou a ser conhecido como “Contínuo real-virtual” ou “Contínuo de Milgram” (Figura 3).

Figura 3: Contínuo Real-Virtual



Fonte: Milgram et al. (1994) apud Tori (2017)

A Realidade Virtual (RV) posiciona-se no extremo mais imersivo do espectro tecnológico, enquanto o ambiente real se situa no extremo oposto. A Realidade Aumentada (RA), por sua vez, atua como uma ponte entre esses dois extremos, adicionando elementos virtuais ao mundo real e enriquecendo essa visualização em tempo real. Um exemplo prático seria a utilização de um aplicativo de RA em um *smartphone* para visualizar elementos de Geometria Espacial, como planificações de sólidos geométricos, e manipulá-los em diversos ângulos.

Em contrapartida, a Virtualidade Aumentada (VA) compatibiliza elementos da Realidade Virtual (RV) e da Realidade Aumentada (RA), transportando o usuário para um ambiente virtual. Contudo, esse espaço é aprimorado com elementos do mundo real. Por exemplo, ao utilizar óculos de RV para imersão em um ambiente virtual, a tecnologia mapeia o ambiente físico do usuário e incorpora objetos reais ao cenário virtual, criando uma experiência em que elementos virtuais e reais podem interagir.

Em síntese, a Realidade Virtual (RV) proporciona uma imersão completa do usuário em um ambiente totalmente virtual, ao passo que a Realidade Aumentada (RA) superpõe elementos virtuais sobre o ambiente real. Em contrapartida, a

Virtualidade Aumentada (VA) integra elementos tanto do mundo real quanto do virtual em um ambiente único, proporcionando, assim, uma experiência híbrida ao usuário.

Conforme Tori e Hounsell (2018), a Realidade Aumentada (RA) é amplamente utilizada em diversas áreas na atualidade. Engenheiros e arquitetos, por exemplo, empregam-na na apresentação de projetos e no planejamento de obras. Na medicina, a RA é aplicada em treinamentos cirúrgicos, enquanto em pesquisas científicas, auxilia na previsão do comportamento de estruturas, sejam elas em larga escala, como galáxias, ou em nível microscópico, como estruturas atômicas.

No cotidiano, a Realidade Aumentada (RA) também se faz presente, por exemplo, nas compras *online*. Em sites de grandes marcas, os usuários podem experimentar virtualmente calçados e roupas antes de finalizar a compra. Similarmente, nas redes sociais, a RA é utilizada por meio de filtros que permitem modificar a cor e o corte de cabelo, entre outras aplicações interativas.

Presente no cotidiano da sociedade, a Realidade Aumentada (RA) revela-se como um potencial recurso para a educação. Ela possibilita que os alunos interajam com conceitos abstratos de forma tangível, enriquecendo sua compreensão e aprendizado, especialmente em relação a conceitos de Geometria.

4.2.1 Mundos Geométricos Expandidos: A Revolução da Realidade Aumentada no Ensino

No estudo da Geometria Espacial, a dependência exclusiva de reproduções bidimensionais, tradicionalmente presentes em livros didáticos, mostra-se limitada. Para superar essa restrição, o uso de recursos tecnológicos surge como uma ferramenta facilitadora e enriquecedora no processo pedagógico.

Nesse contexto Souza (2020) enfatiza que:

[...] o recurso de RA proporciona ao usuário a experiência de, num ambiente real, observar e manipular objetos virtuais, estudando suas características e comportamentos, podendo tais objetos serem acrescentados numa escala real. Se esta ação ocorrer no momento de concepção do conhecimento, pode enriquecer a atividade de ensino de tal forma que venha a acelerar o processo de ensino-aprendizagem. (Souza, 2020, p.13)

Desse modo, a aprendizagem torna-se palpável e significativa, transformando o percurso estudantil em uma jornada que converge para a construção do

conhecimento. Isso estimula o pensamento geométrico, potencializa o pensamento crítico e instiga a resolução de problemas aplicáveis ao mundo real. Para que o processo de aprendizagem do estudante seja adequado e consistente, a visualização é essencial, especialmente a partir de uma proposta que vise ao desenvolvimento do pensamento geométrico.

Conforme Romeiro, Tori e Silva (2020), o processo de ensino e aprendizagem no Ensino Fundamental deve ser sólido, especialmente em Geometria Espacial. A utilização da tecnologia emerge como uma alternativa viável, visto que a falta de um alicerce sólido nesse conteúdo no Ensino Fundamental acarreta grandes dificuldades aos alunos no Ensino Médio.

Dentro do contexto da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), reforça-se a importância do ensino de Geometria:

A Geometria envolve o estudo de um amplo conjunto de conceitos e procedimentos necessários para resolver problemas do mundo físico e de diferentes áreas do conhecimento. Assim, nessa unidade temática, estudar posição e deslocamentos no espaço, formas e relações entre elementos de figuras planas e espaciais pode desenvolver o pensamento geométrico dos alunos. Esse pensamento é necessário para investigar propriedades, fazer conjecturas e produzir argumentos geométricos convincentes. (Brasil, 2018, p. 271)

Uma maneira de auxiliar a aprendizagem nesse cenário é empregar a tecnologia, especificamente a Realidade Aumentada (RA), na apresentação do conteúdo de Geometria Espacial. Por meio da manipulação de objetos tridimensionais, a RA possibilita a visualização e contribui para o fortalecimento do desenvolvimento do raciocínio geométrico.

Conforme Zorzal et al. (2008, p. 8), a utilização da Realidade Aumentada (RA) em ambientes educacionais é significativamente benéfica, auxiliando na percepção, interação e motivação dos estudantes. Discorrendo sobre a utilização da Realidade Aumentada Romeiro, Tori e Silva (2020) destacam:

Portanto, pode-se afirmar que a realidade aumentada possibilita uma junção de um mundo real com um mundo virtual, de forma que tenham um relacionamento simultâneo, trabalhando os sentidos humanos, através da imersão, possibilitando que diversas formas de mídias (textos, imagens, objetos virtuais, entre outras) sejam utilizadas para causar esse efeito. (Romeiro, Tori e Silva, 2020, p. 6)

Nesse contexto, a possibilidade de os estudantes manipularem objetos sólidos virtuais, como prismas e pirâmides, não pode ser negligenciada. A RA permite a exploração desses objetos por meio de rotações e mudanças de perspectiva, o que

favorece a aprendizagem em Geometria Espacial, transpondo a visualização do plano bidimensional para o tridimensional. Adicionalmente, a utilização da Realidade Aumentada (RA) possibilita ao estudante a imersão em cenários criados digitalmente, o que impulsiona uma análise mais crítica e aprofundada do conteúdo abordado em aula. Essa abordagem facilita a aplicação dos conceitos no contexto diário, enriquecendo o processo de aprendizagem e tornando-o mais relevante.

4.2.2 O aplicativo de RA selecionado

A escolha do aplicativo **Sólidos RA**¹ para o desenvolvimento da pesquisa fundamentou-se em três aspectos principais: acessibilidade, compatibilidade tecnológica e continuidade de uso. Em primeiro lugar, trata-se de um *software* gratuito, o que garante equidade de acesso aos estudantes, independentemente de sua condição socioeconômica. Em segundo lugar, o aplicativo está disponível para o sistema operacional Android, que corresponde ao sistema predominante nos dispositivos móveis dos alunos participantes da investigação, assegurando assim a viabilidade prática da proposta. Por fim, o Sólidos RA apresenta o diferencial de estar em constante atualização, o que é um aspecto essencial, visto que muitos aplicativos desenvolvidos para fins acadêmicos deixam de ser utilizados por não manterem compatibilidade com versões recentes de *smartphones*. Dessa forma, a utilização do Sólidos RA garante tanto a pertinência pedagógica quanto a confiabilidade tecnológica necessária para a realização da pesquisa, ao mesmo tempo em que possibilita experiências interativas e significativas no ensino da Geometria Espacial por meio da Realidade Aumentada (Figura 4).

¹ Sólidos RA: Disponível no link: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.LuMuGames.SolidosRA&hl=pt_BR&gl=US&pli=1 Acesso em 03/08/2024.

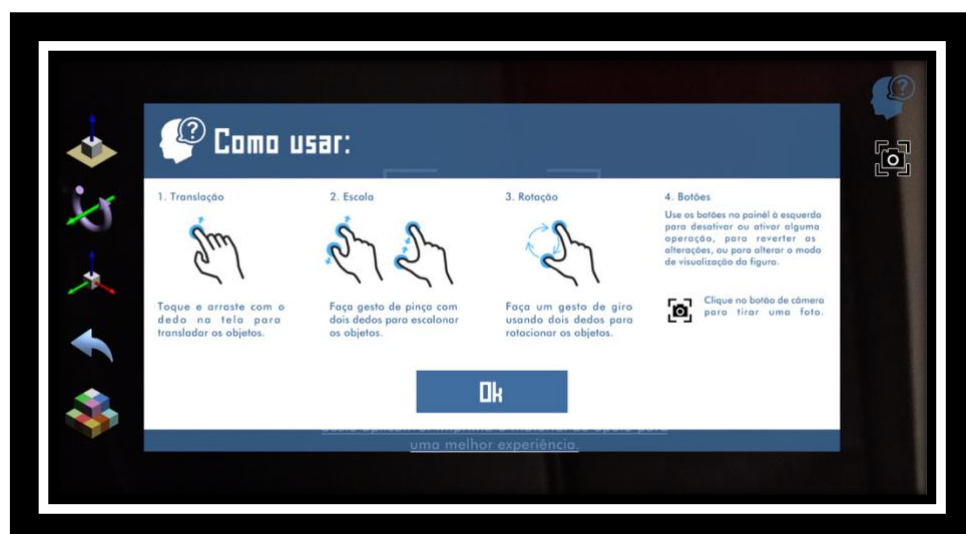
Figura 4: Imagem inicial do aplicativo Sólidos RA



Fonte: Dados da Pesquisa (2024)

O aplicativo Sólidos RA foi desenvolvido em 2020, inicialmente apresentando dois módulos: Visualização e Criação. Após atualizações, foram adicionados mais três módulos: Planificação, Modelagem e Geoplano. Conforme Amorim (2022a), o Sólidos RA emprega marcadores visuais (QR Codes) de realidade aumentada que são rastreados pelo aplicativo. Esse processo permite que os objetos sejam posicionados e renderizados na tela do dispositivo em tempo real, criando uma experiência imersiva.

Figura 5: Imagem explicativa do aplicativo Sólidos RA



Fonte: Dados da Pesquisa (2024)

O material de apoio, elemento central desta proposta didática, foi meticulosamente projetado e estruturado em um documento digital, organizado em seções distintas, visando otimizar a navegação e a usabilidade por parte dos estudantes. Este recurso, disponível para *download* no menu principal do aplicativo desenvolvido, adota uma arquitetura informacional intuitiva, possibilitando aos usuários o acesso rápido aos conteúdos de seu interesse. A íntegra deste material encontra-se catalogada ao acessar o aplicativo e no Apêndice D da presente pesquisa.

Adicionalmente, o material de apoio incorpora um sistema de marcadores tecnologicamente integrados, constituído por uma diversificada coleção de códigos QR. Estes códigos, destinados ao reconhecimento pelo aplicativo de Realidade Aumentada, estabelecem uma correspondência unívoca entre cada item físico e funcionalidades específicas presentes nos diversos módulos do *software*. A leitura desses marcadores ativa diferentes camadas de interação, enriquecendo a experiência de aprendizado. As funcionalidades associadas a cada marcador são detalhadamente descritas a seguir.

a) Visualização: Este item permite ao usuário visualizar e interagir com diferentes sólidos geométricos em diferentes formatos, sendo eles: faces opacas, invisíveis ou transparentes, selecionando se é para exibir as arestas, faces ou vértices. Sendo possível a interação através de translações, rotações e escala;

b) Planificação: Permite visualizar a animação da planificação do sólido escolhido através de controles deslizantes;

c) Criação: Permite a criação de cenas em realidade aumentada através dos sólidos geométricos, sendo eles: O cubo, a esfera, a semiesfera, o cilindro, o cone e a pirâmide. As cenas podem ser criadas através de movimentos de rotação, translação e escala;

d) Modelagem: O usuário ao selecionar vários QR Code em conjunto pode-se formar figuras geométrica em realidade aumentada, sendo possível a criação de segmentos de reta, polígonos diversos, sólidos geométricos, pirâmides, troncos de pirâmides, cones e troncos de cone. O aplicativo apresenta informações de distância entre os pontos, área, perímetro e volume, em caso de polígono existe a possibilidade da informação se é concavo ou convexo e suas respectivas medidas dos ângulos do polígono.

e) Geoplano: Ao selecionar essa opção aparecerá um geoplano em realidade aumentada, pode-se escolher no formato quadrangular, triangular, circular e geoespaço, podendo criar sólidos, figuras planas e tridimensionais, linhas etc.

A aplicação da pesquisa com Realidade Aumentada foi automaticamente limitada para dispositivos móveis, pois ao se utilizar smartphones, é possível realizar atividades sem a necessidade de um laboratório de informática, o que facilitou a execução das atividades em sala de aula.

5 Metodologia

Este capítulo apresenta os procedimentos metodológicos que foram utilizados no decorrer do processo de investigação, para tanto são apresentados: o tipo de pesquisa, a descrição dos sujeitos, a sequência didática, os meios de coleta e análise dos dados.

5.1 Delineamento da pesquisa

Esta pesquisa utilizou a abordagem qualitativa, a qual, segundo Minayo (2002, p. 21), “responde a questões muito particulares, com um nível que não pode ser quantificado, trabalhando com um universo de significados, motivações, crenças, valores e atitudes”.

O tipo de pesquisa, segundo seu objetivo, é exploratório. Gerhardt e Silveira (2009, p. 35) explicam que “este tipo de pesquisa propõe maior familiaridade com a situação problema com vistas a torná-lo mais explícito quando ainda está em construção das hipóteses.”

A pesquisa apoia-se em uma perspectiva crítica e sociointeracionista, fundamentando-se nos pressupostos de Paulo Freire e Lev Vygotsky para justificar a escolha da metodologia de intervenção pedagógica. Freire (1996) defende que a educação deve ser um ato libertador, baseado no diálogo e na problematização da realidade, permitindo que os sujeitos se tornem protagonistas de seu próprio processo de aprendizagem.

De modo complementar, Vygotsky (1998) destaca a importância das interações sociais e da mediação cultural para a construção do conhecimento, ressaltando que o desenvolvimento cognitivo ocorre por meio de práticas colaborativas e de situações de aprendizagem significativas.

Dessa forma, a adoção de uma intervenção pedagógica busca promover um ambiente de aprendizagem ativo, no qual os estudantes possam reconstruir conceitos matemáticos a partir do diálogo, da interação e da reflexão crítica, potencializando o processo educativo de maneira contextualizada e transformadora.

A escolha pela metodologia de intervenção pedagógica na pesquisa sobre o uso da Realidade Aumentada (RA) para o ensino de Geometria Espacial encontra

respaldo em uma base teórica crítica e sociointeracionista, sustentada em Paulo Freire:

Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção. Quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender. Nessa perspectiva, o papel do educador é o de mediador, alguém que problematiza a realidade e convida o educando a refletir sobre o mundo em que vive. (Freire, 1996, p. 77)

Essa visão amplia o papel do professor na mediação de recursos tecnológicos como a RA, pois não se trata apenas de apresentar representações tridimensionais, mas de instigar a reflexão dos estudantes sobre as formas, estruturas e aplicações da Geometria Espacial em seu contexto. De forma complementar, Vygotsky ressalta a importância das interações no processo de aprendizagem:

O que a criança é capaz de fazer hoje com ajuda, será capaz de fazer sozinha amanhã. A aprendizagem desperta processos internos de desenvolvimento que só podem ocorrer quando a criança interage com outras pessoas em seu ambiente e coopera com seus pares. Depois de internalizados, esses processos tornam-se parte do desenvolvimento independente da criança. (Vygotsky, 1998, p. 114)

Essa perspectiva reforça a justificativa para o uso da metodologia que combine RA e atividades colaborativas, já que o trabalho com objetos virtuais tridimensionais, aliado ao diálogo e à troca entre pares, potencializa o avanço do raciocínio espacial, tornando o aprendizado mais significativo e efetivo.

Conforme Ludke e André (2018, p. 1) “Para se realizar uma pesquisa é preciso promover o confronto entre os dados, as evidências, as informações coletadas sobre determinado assunto e o conhecimento teórico construído a respeito dele”.

Desse modo, esperou-se que o conhecimento gerado permita a criação de um material que facilite o entendimento e a compreensão dos conteúdos de Geometria Espacial por parte dos estudantes e sirva como base de consulta para aplicação em sala de aula pelos professores.

5.2 Sujeitos da Pesquisa

Os sujeitos da pesquisa são estudantes da rede pública municipal dos anos finais do ensino fundamental, especificamente do nono ano, do turno da tarde, matriculados na escola EMEF Monte Alegre – CAIC.

A escola fica localizada na zona urbana na região metropolitana de Porto Alegre, no município de Viamão no Rio Grande do Sul, atendendo 901 alunos sendo 17 turmas do ensino fundamental anos iniciais (1º ao 5º ano) e 12 turmas do ensino fundamental anos finais (6º ao 9º ano). A turma escolhida é a turma 93 na qual a pesquisadora atua como professora de Matemática.

A região onde a escola está localizada caracteriza-se por uma série de fatores que indicam uma situação de vulnerabilidade social significativa, onde a maior parte das famílias vive com uma renda per capita baixa, o que limita o acesso a bens essenciais, tais como: alimentação, vestuário etc. A região apresenta altos índices de violência e criminalidade, destas pode-se destacar, o tráfico de drogas, roubos e violência doméstica.

Essa caracterização da região proporciona uma compreensão abrangente dos desafios enfrentados pela população que reside nas proximidades da escola e serve de base para os desafios que os estudantes trazem até a escola diariamente.

5.3 Da Teoria à Prática: Desenvolvimento do processo da pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida em seis encontros totalizando dez horas-aula e foi aplicada como apresentado no Quadro 7.

Quadro 7: Encontros do processo da pesquisa

Etapas	Título da Aula	Duração	Atividades Desenvolvidas
1º	Introdução aos Conceitos de Geometria Espacial	01 hora aula	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentar os conceitos básicos de Geometria Espacial, como ponto, linha, plano, poliedros, prismas e pirâmides. • Utilizar exemplos simples e representações do cotidiano para ilustrar cada conceito. • Promover uma discussão em grupo para esclarecer dúvidas e reforçar os conceitos apresentados.
2º	Construção de sólidos geométricos	02 horas aula	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver com palitos de dentes e balas de jujubas sólidos geométricos de modo a desenvolver a ludicidade; • Representar deste modo as arestas e vértices, dos esqueletos geométricos; • Representar os sólidos geométricos através da planificação e dobraduras para verificação das faces, arestas e vértices. • Preencher tabelas com número de arestas, vértices e faces para exemplificar, deduzir e compreender a Relação de Euler.

			<ul style="list-style-type: none"> • Promover discussão em grupo para esclarecer dúvidas e reforçar os conceitos apresentados.
3º	Exploração do Aplicativo de Realidade Aumentada	02 horas aulas	<ul style="list-style-type: none"> • Introduzir o aplicativo de Realidade Aumentada Sólidos RA e demonstrar como ele funciona. • Explorar com os alunos o aplicativo usando seus dispositivos móveis ou <i>tablets</i> da escola e experimentar os modelos tridimensionais disponíveis. • Incentivar perguntas e compartilhar suas descobertas com a turma.
4º	Atividade Prática com Cartões de Realidade Aumentada	01 hora aula	<ul style="list-style-type: none"> • Distribuir os cartões de Realidade Aumentada para os alunos. • Usar o aplicativo para visualizar os modelos 3D correspondentes aos cartões. • Desafiar os alunos a identificar as características dos sólidos geométricos representados nos cartões, como número de faces, arestas e vértices. • Facilitar a discussão em grupo sobre as respostas e os processos de pensamento dos alunos.
5º	Aplicação em Situações do Mundo Real	02 horas aula	<ul style="list-style-type: none"> • Propor aos estudantes problemas do mundo real que envolvam conceitos de Geometria Espacial, como cálculo de volume de recipientes, área de superfícies de objetos tridimensionais, entre outros. • Propor o uso do aplicativo de Realidade Aumentada para visualizar modelos que os ajudem a resolver os problemas propostos. • Incentivar o trabalho em grupos para discutir e resolver os problemas, compartilhando estratégias e soluções.
6º	Avaliação	02 horas aula	<ul style="list-style-type: none"> • Dividir a turma em grupos e realizar uma atividade de avaliação escrita e uma apresentação oral para verificar a compreensão dos alunos sobre os conceitos de Geometria Espacial. • Fornecer feedback individualizado para cada aluno, destacando pontos fortes e áreas para melhorias.

Fonte: Dados da Pesquisa (2024)

1ª Etapa: Introdução aos Conceitos de Geometria Espacial

Inicialmente, foram apresentados os conceitos básicos de Geometria Espacial sendo: ponto, linha, plano, poliedros, prismas e pirâmides, utilizando exemplos simples de representações do cotidiano para ilustrar cada um dos conceitos. Em seguida, foi conduzida uma discussão em grupo para esclarecer dúvidas e reforçar os conceitos apresentados.

A turma foi dividida em pequenos grupos, e cada um recebeu um envelope contendo questões diversificadas para discussão. As questões abordaram os

seguintes tópicos: a definição de ponto e sua identificação no cotidiano; exemplos de planos no ambiente; as diferenças entre prismas e pirâmides, com a solicitação de exemplos.

Após a discussão em grupo, cada equipe apresentou suas conclusões sobre a temática para a turma. A professora, então, esclareceu as dúvidas e retomou os conceitos, conforme a necessidade de cada grupo. Ao final da aula, foi elaborado um mapa conceitual colaborativo na lousa, que relacionava os elementos geométricos, a classificação dos poliedros e objetos do cotidiano.

Ao final desta aula, espera-se que os estudantes tenham uma compreensão básica dos conceitos de Geometria Espacial, ilustrados por exemplos concretos e reforçados pela discussão e participação ativa.

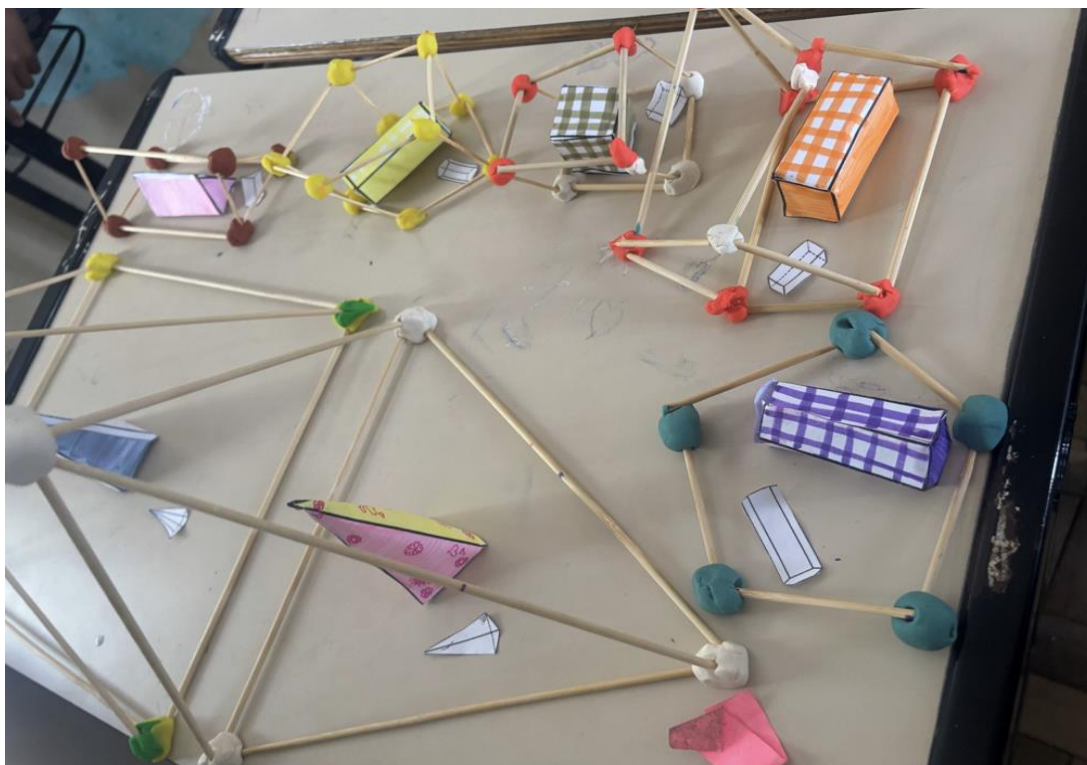
2ª Etapa: Construção de sólidos geométricos

Neste momento foi solicitado a turma para formarem grupos com quatro ou cinco alunos, sendo distribuídos entre os grupos palitos e balas de jujubas, cada grupo foi sorteado com o sólido para representar e realizar a construção (cubo, prisma ou pirâmide podendo ser de base quadrada, triangular ou hexagonal).

Para construção os estudantes foram instruídos que as balas representariam os vértices e os palitos as arestas do sólido sorteado.

Por exemplo para a construção do cubo os alunos deveriam utilizar doze arestas e oito vértices, ou seja, doze palitos e oito balas de jujuba. Para elaboração da construção do prisma foi orientado para iniciarem pelas bases sendo elas paralelas conectando-as com palitos de maneira a formar as arestas laterais (Figura 1).

Figura 6: Sólidos construídos pelos alunos com palitos e jujubas



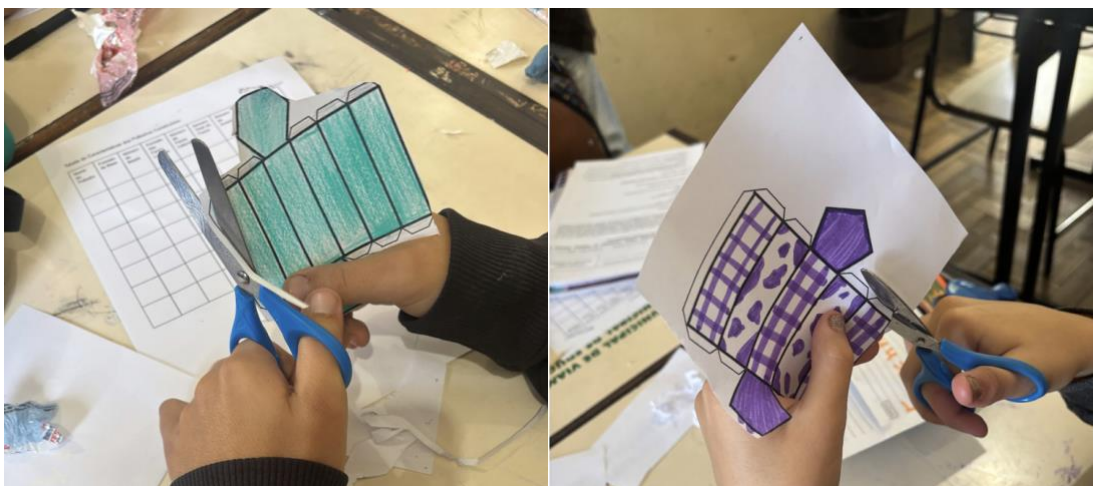
Fonte: Dados da Pesquisa (2024)

Para tanto nesta ocasião foi explanado aos estudantes que na construção da pirâmide deve-se iniciar pela base e ir conectando as arestas laterais que convergem em um único ponto que é o vértice.

Após a montagem dos sólidos com palitos e balas, foi realizado a distribuição aos estudantes folhas de papel e lápis, para que pudessem representar as planificações do sólido geométrico que construíram. Por exemplo a planificação do cubo é composta por seis quadrados que ficam conectados.

Os alunos recortaram a planificação e realizaram dobras de maneira a verificarem se o sólido montado se transforma no sólido geométrico correspondente, pois dessa maneira auxilia na visualização bidimensional antes de formar a estrutura tridimensional.

Figura 7: Atividades de Planificação



Fonte: Dados da Pesquisa (2024)

Os alunos receberam tabelas para preencherem com o número de arestas, vértices e faces dos sólidos construídos.

A Relação de Euler foi confrontada pelos estudantes, onde puderam estabelecer a relação referente ao número de vértices, faces e arestas onde respectivamente pode-se verificar ($V + F = A + 2$) e como ela se aplica aos poliedros. Os estudantes foram orientados quanto ao preenchimento das tabelas, verificando se a relação é válida para os sólidos construídos.

Para cada grupo foi oportunizado a apresentação de suas conclusões para os demais colegas, para tanto foi sugerido que na proposta fosse envolvida: A construção do sólido geométrico, sua planificação como também a verificação através de dobraduras, a apresentação da tabela quanto ao seu preenchimento e a confirmação da Relação de Euler.

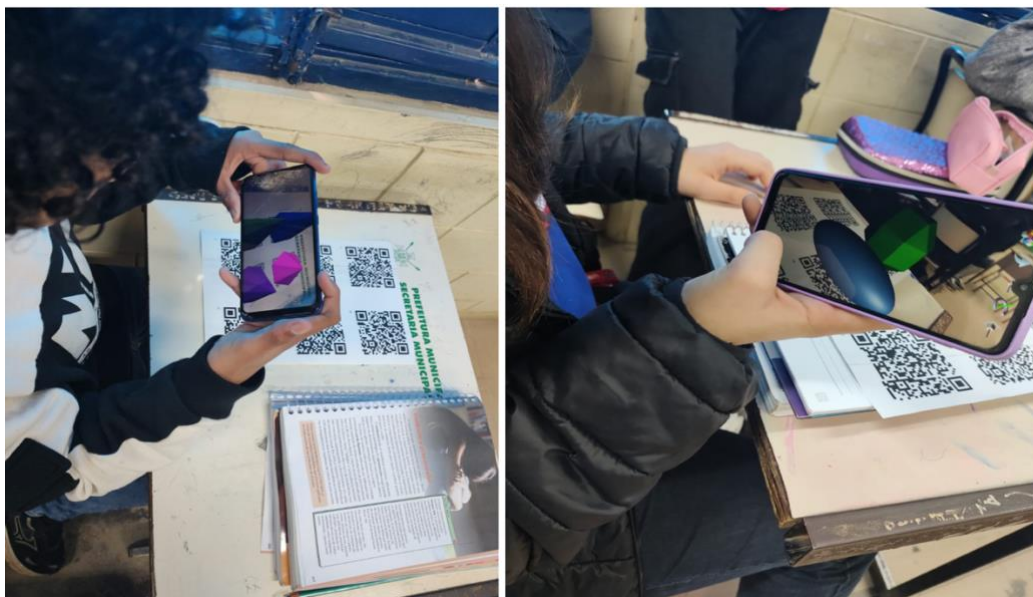
Os estudantes foram desafiados a construir um sólido que não obedecia ao padrão a relação de Euler. A colaboração entre os alunos promoveu um ambiente de aprendizado ativo e participativo. Utilizaram-se modelos físicos adicionais para ilustrar os conceitos quando foi necessário. A professora esteve disponível para auxiliar os grupos durante a construção e o esclarecimento de dúvidas, proporcionando um ambiente de trocas e sugestões que enriqueceram a construção dos conceitos aprendidos durante a aula.

3ª Etapa: Exploração do Aplicativo de Realidade Aumentada

Inicialmente, os estudantes receberam uma breve introdução sobre Realidade Aumentada (RA), pois a aula faria uso do aplicativo Sólidos RA. A tela de um dispositivo móvel foi projetada na lousa, e o aplicativo foi aberto. A professora demonstrou a interface inicial e ensinou como selecionar um modelo 3D de um sólido geométrico (por exemplo, um cubo ou pirâmide) e posicioná-lo no ambiente real por meio da câmera do dispositivo. Apresentaram-se as funcionalidades de interação: Girar, Ampliar e Examinar. Explicitando que ao tocar nas faces, arestas e vértices do modelo, o aplicativo pode fornecer informações detalhadas sobre cada elemento geométrico.

Os alunos foram instruídos a explorar os modelos disponíveis no aplicativo, estimulando-os a fazerem diferentes escolhas entre os sólidos geométricos e a observarem suas características. (Figura 8).

Figura 8: Alunos usando o aplicativo de RA



Fonte: Dados da Pesquisa (2024)

Para tanto, os estudantes foram motivados a utilizar todas as funcionalidades do aplicativo, como a rotação dos modelos, a ampliação de detalhes e a interação com as diferentes partes dos sólidos para obter informações adicionais. Na ocasião, foi sugerido aos alunos que buscassem e identificassem os elementos dos diferentes sólidos, com atenção especial às faces, arestas e vértices, por meio de suas observações, bem como a partir de como eles se relacionam e se conectam.

Os alunos foram orientados a registrar suas observações e respostas aos desafios em seus cadernos. Esse procedimento os auxiliou a estruturar as descobertas e a se preparar para a discussão em grupo.

Após a discussão em grupo, cada equipe apresentou suas principais descobertas para a turma. Durante as apresentações, os estudantes foram incentivados a fazer perguntas sobre as observações dos outros grupos, o que promoveu uma discussão aberta e colaborativa.

A professora esclareceu as dúvidas e forneceu informações adicionais, fazendo intervenções conforme a necessidade de cada grupo. Além disso, a docente questionou os alunos sobre suas preferências e a experiência geral de utilizar o aplicativo de Realidade Aumentada (RA). Os estudantes foram encorajados a formular sugestões, acerca da integração da tecnologia em outras aulas, sendo a de Geometria como também em outras disciplinas.

Ao final dessa etapa pode-se perceber que é de competência do educador promover um ambiente de aprendizado colaborativo, no qual os alunos se sintam à vontade para explorar e compartilhar suas descobertas, utilizando a tecnologia de Realidade Aumentada como uma ferramenta complementar para reforço e enriquecimento para a aprendizagem dos conceitos geométricos.

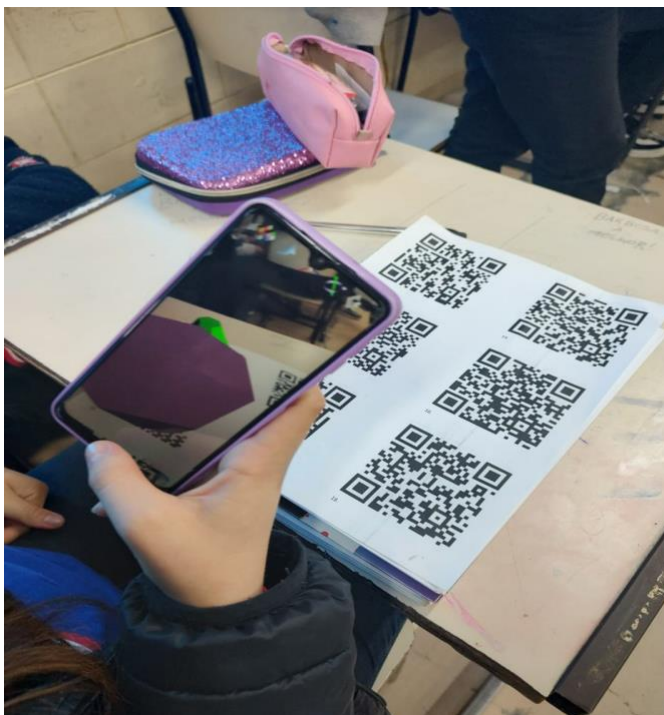
4ª Etapa: Atividade Prática com Cartões de Realidade Aumentada

Neste momento apresentou-se os cartões de Realidade Aumentada, explicando aos alunos sobre as suas funcionalidades de maneira a visualizar os sólidos em 3D, foi entregue para cada grupo uma variedade de sólidos geométricos (cubos, pirâmides e prismas com bases variadas).

Inicialmente o aplicativo foi aberto nos smartphones, com o intuito de demonstrar o procedimento de escaneamento do QR Code para visualização do modelo 3D correspondente.

Subsequentemente os alunos foram estimulados a explorarem cada um dos modelos 3D exibidos, realizando ações como rotação, ampliação e anotações sob diversos ângulos. Adicionalmente, explicitou-se que, ao interagirem com os objetos virtuais, seria possível manipular distintas partes dos sólidos, a exemplo de faces, arestas e vértices.

Figura 9: Aluna usando o aplicativo de RA



Fonte: Dados da Pesquisa (2024)

Após esse momento inicial, procederam a distribuição de desafios entre os grupos, com o objetivo de orientar a exploração da quantidade de faces, arestas, e vértices de cada sólido geométrico. Buscou-se comparar os diferentes sólidos, identificando as semelhanças e as diferenças existentes entre eles, determinando quais apresentavam faces congruentes, e quais exibiam faces distintas.

Adicionalmente, investigou-se, dentre os sólidos analisados, quais possuíam características de prismas e quais classificavam-se como pirâmides.

Posteriormente solicitou-se aos alunos que anotassem os destaques de cada um dos itens abordados anteriormente, bem como as características de cada um dos sólidos analisados e as conclusões que o grupo alcançou ao observar durante a atividade. Ao final da aula cada grupo compartilhou com os demais as observações realizadas, como também suas respostas referentes aos desafios abordados durante a aula.

Durante a aplicação da atividade coube a professora manter-se em observação e realizar as intervenções necessárias para conduzir a construção do aprendizado. Ao circular pelos grupos, ofertou orientação e suporte, estimulando dessa maneira, os estudantes a explicarem seus processos de pensamento e a forma como chegaram às conclusões.

O compartilhamento de ideias entre os pares foi incentivado, promovendo um ambiente de aprendizado participativo e inclusivo. A tecnologia foi utilizada para enriquecer o ensino dos conceitos geométricos e tornando assim o aprendizado mais interativo e envolvente.

5ª Etapa: Aplicação em situações do mundo real

Foi realizada uma breve revisão com os estudantes sobre o cálculo da área da superfície e do volume, ressaltando a importância desses conceitos no cotidiano. Em seguida, foram apresentados alguns exercícios práticos e problemas do mundo real, e cada grupo selecionou um ou dois para resolver.

Os estudantes foram orientados a abrir o aplicativo de Realidade Aumentada (RA) em seus smartphones ou tablets e a selecionar os modelos 3D correspondentes aos objetos virtuais das situações-problema.

A professora apresentou modelos tridimensionais e instruiu os alunos a interagirem com eles, manipulando os objetos virtuais para realizar rotações e ampliações, com o objetivo de observar detalhes importantes. Cada grupo registrou suas soluções detalhadamente em seu caderno, incluindo os cálculos realizados, demonstrando o passo a passo e o raciocínio empregado para alcançar às respostas. Adicionalmente, documentaram quaisquer estratégias ou considerações utilizadas na resolução das situações problema.

Ao final da aula cada grupo apresentou suas soluções para os demais colegas, explicando como utilizaram o aplicativo de Realidade Aumentada e as fórmulas utilizadas para resolver as situações problema. Foi fundamental a interação da professora ao fomentar e incentivar os alunos a serem claros e detalhados em suas explicações, demonstrando os modelos 3D e seus respectivos cálculos realizados, as questões abordadas nesta aula encontram-se no Apêndice E.

Em retrospectiva à aplicação da atividade, coube a docente encorajar a turma a oferta de sugestões e alternativas, promovendo um ambiente de aprendizado colaborativo e construtivo. A utilização da tecnologia foi integrada como ferramenta complementar, visando a reforçar o ensino dos conceitos geométricos, tornando consequentemente o aprendizado mais envolvente.

6ª Etapa: Avaliação

A etapa em questão consistiu na avaliação, a qual dividiu-se em dois momentos. Inicialmente, aplicou-se uma avaliação escrita individual, com o objetivo de verificar a compreensão dos conceitos de Geometria Espacial estudados nas aulas anteriores, subsequentemente, realizou-se uma apresentação oral em grupos, completando a análise da compreensão dos conteúdos.

Cada aluno recebeu uma avaliação contendo questões abrangendo os principais conceitos de Geometria Espacial, especificamente o instrumento avaliativo contemplou: a) definição e características de pontos, linhas e planos; b) Identificação e propriedade de sólidos geométricos, incluindo poliedros, prismas e pirâmides; c) Situação problema que envolviam o cálculo de volume e área da superfície; d) Relação de Euler para os poliedros.

Orientou-se aos alunos que, durante a avaliação, deveriam trabalhar individualmente, respondendo as questões com clareza e apresentando todos os cálculos necessários. Explicitou-se que neste momento visava a avaliar a compreensão individual de cada estudante, sendo facultada a possibilidade de discussão das respostas com seus grupos em uma etapa posterior.

Após a conclusão da avaliação escrita, os estudantes foram instruídos a se reunirem em grupos para discutir as respostas e preparar a apresentação oral. Foi explicitado que cada grupo deveria selecionar um ou dois problemas da avaliação para apresentar à turma, demonstrando os métodos de resolução das questões e os conceitos aplicados.

Foram dadas orientações quanto à organização do trabalho, que deveria seguir uma estrutura clara e lógica, contemplando: a introdução do problema escolhido; a explicação dos conceitos geométricos relevantes; a apresentação detalhada dos cálculos e do raciocínio desenvolvido; e, por fim, a conclusão, com o resumo dos resultados obtidos. Além disso, incentivou-se a divisão de responsabilidades entre os integrantes do grupo, sugerindo possíveis atribuições, como a exposição do problema na lousa, a realização dos cálculos, a elaboração da síntese das conclusões, entre outras tarefas.

Cada grupo dispôs cinco minutos para apresentação, durante a qual os alunos utilizaram a lousa, para demonstrarem seus argumentos e cálculos. Após as apresentações, foram destacados aos pontos fortes, como compreensão clara dos conceitos e as habilidades de cálculos demonstradas. Adicionalmente, identificaram-

se as áreas com potencial para melhorias e aprimoramento, oferecendo-se sugestões quando necessário.

Procedeu-se a uma discussão final sobre a atividade, na qual os alunos foram questionados acerca dos aspectos mais desafiadores e dos aprendizados obtidos com a experiência. Incentivou-se a reflexão sobre as estratégias para aprimorar suas habilidades e conhecimentos em Geometria Espacial. Além disso, buscou-se motivá-los e orientá-los, destacando a importância de reconhecer suas áreas de maior dificuldade e de adotar abordagens que favoreçam o desenvolvimento de procedimentos eficazes para superá-las.

5.4 Coleta de Dados

Para assegurar o anonimato e o compromisso ético foi utilizado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) a ser assinado pelos pais (Apêndice G) indicando a autorização para que seus filhos participassem da pesquisa. Foi explicado aos estudantes que por serem menores de idade, necessitavam que os responsáveis assinassem a documentação.

Na ocasião, foram informados sobre o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (Apêndice H), pois ambas as partes precisam concordar em participar da pesquisa, todos os estudantes trouxeram a documentação necessária assinada, prosseguindo dessa maneira com a pesquisa. Participaram da pesquisa 25 estudantes que foram identificados sequencialmente por letras do alfabeto, evitando dessa maneira citar seus respectivos nomes e garantir dessa forma que os estudantes não sejam identificados.

Diante da natureza qualitativa, realizou-se um diário de bordo para registrar as observações e interações dos estudantes durante a aplicação da sequência didática, incluindo suas dúvidas, dificuldades e sucessos. Adicionalmente, promoveram-se discussões em grupo, com objetivo de aprofundar a compreensão sobre as experiências dos estudantes, estimular a troca de ideias e a construção de significados coletivos.

As atividades realizadas pelos estudantes utilizando a RA, e seus respectivos registros escritos foram coletados. Durante as apresentações, procedeu-se à observação das interações e da desenvoltura dos alunos. A análise desses materiais

foi conduzida de maneira a verificar e mapear as dificuldades e os avanços demonstrados ao longo da aplicação da sequência didática.

Ao final da intervenção pedagógica, os alunos responderam um formulário, disponibilizado por meio do Formulário Google (Apêndice F) contendo questões abertas. O objetivo deste questionário foi explorar os seguintes aspectos e dimensões: as percepções acerca da Realidade Aumentada como ferramenta de aprendizagem, a apreensão dos conceitos de Geometria Espacial, a comparação da metodologia com os métodos tradicionais de ensino como também o aprimoramento da proposta.

5.5 Análise dos dados

Optou-se pela utilização da técnica de tratamento de dados denominada Análise de Conteúdo, a qual se fundamenta na descrição e interpretação de informações predominantemente qualitativas. Conforme Bardin (2016), essa metodologia estrutura-se em etapas sucessivas, que compreendem: a pré-análise, a exploração do material, o tratamento dos resultados, a inferência e, por fim, a interpretação.

A pré-análise constitui a etapa de organização sistemática, responsável por estruturar e operacionalizar as ideias iniciais, estabelecendo um planejamento consistente para o desenvolvimento das fases subsequentes. Nesse momento inicial, procede-se à seleção dos documentos a serem analisados, considerando critérios de relevância para a pesquisa e o recorte do material coletado.

Na segunda etapa, correspondente à exploração do material e ao tratamento dos resultados, realiza-se a leitura flutuante, cujo propósito é permitir que o pesquisador seja conduzido por impressões iniciais e orientações que emergem ao longo do processo. Essa fase favorece a construção de hipóteses emergentes, a partir da articulação entre o material analisado e referenciais teóricos. Além disso, possibilita a definição de objetivos e a elaboração de indicadores que sustentam a etapa de interpretação (Bardin, 2016).

Para tanto, nessa fase de exploração do material procedeu-se à codificação dos dados brutos identificados na leitura flutuante, com o objetivo de possibilitar sua categorização. Conforme Bardin (2016), codificar significa transformar os dados

originais de maneira sistemática, organizando-os em unidades que favoreçam a identificação detalhada dos aspectos significativos do material analisado.

Ainda nessa etapa, Bardin (2016) propõe três formas de codificação: o recorte em unidades, a enumeração e a classificação com posterior agregação. Esse procedimento possibilitou a organização dos resultados em categorias. A partir dessa exploração, estabeleceram-se relações com o objetivo geral da pesquisa, visando responder à questão norteadora do estudo.

Na terceira e última etapa, referente ao tratamento dos resultados, realizou-se a interpretação dos dados a partir do exame das respostas dos estudantes, das atividades realizadas e das apresentações ocorridas durante a aplicação do estudo. Essa análise foi conduzida à luz das teorias discutidas na pesquisa, que abordam o uso da realidade aumentada no ensino de Geometria Espacial. O objetivo foi compreender de que modo essa tecnologia pode contribuir para o ensino e a aprendizagem de Geometria Espacial em aulas de Matemática na educação básica, com foco em turmas do nono ano do ensino fundamental. A partir desse processo, apresentam-se, no próximo capítulo, os resultados da análise dos materiais coletados, organizados nas categorias definidas.

6 Análise e discussão dos dados

Este capítulo apresenta a análise e a discussão dos dados coletados durante o processo de investigação. Para isso, são abordados os seguintes tópicos: a descrição dos sujeitos da pesquisa, a sequência didática aplicada e a interpretação dos dados obtidos.

6.1 Identificação dos Sujeitos da Pesquisa

A turma selecionada para essa pesquisa é a turma 93 da EMEF Monte Alegre - CAIC, composta por 25 alunos, com idades entre 13 e 16 anos, sendo 10 meninos e 15 meninas. Esta turma está sob a docência da pesquisadora na disciplina de Matemática. A seguir, a Tabela 5 detalha os estudantes, seus respectivos gêneros e idades.

Tabela 5: Perfil dos sujeitos da pesquisa

Variável	Categoria	Quantidade	Frequência (%)
Gênero	Feminino	15	62,50%
	Masculino	10	37,50%
Idade	13 anos	03	12,00%
	14 anos	10	40,00%
	15 anos	10	40,00%
	16 anos	02	8,00%

Fonte: Dados da Pesquisa (2025)

6.2 Levantamento inicial

Inicialmente, com o objetivo de diagnosticar a realidade dos alunos e identificar quais deles possuíam smartphones, foi realizado o seguinte questionamento em uma aula de Matemática no início do ano letivo: "Quem possui smartphone e tem o hábito de trazê-lo para a escola?".

Essa investigação visou verificar a possibilidade de os alunos acessarem o aplicativo Sólidos RA por meio de seus próprios dispositivos, o que permitiria solicitar *tablets* à escola somente para aqueles que não possuísem smartphones. No entanto,

constatou-se que todos os estudantes tinham smartphones e costumavam levá-los para a escola, principalmente para manter contato com suas famílias.

6.3 Análise dos dados

Na análise de conteúdo realizada segundo Bardin, foram definidas três categorias centrais que orientaram a interpretação dos dados: **Engajamento e motivação**, relacionada à participação ativa e ao interesse demonstrado pelos sujeitos; **Visualização como facilitador**, que evidencia o papel dos recursos visuais no apoio à compreensão dos conteúdos; e **Criticidade**, que expressa a capacidade dos participantes de refletirem e posicionarem-se de forma analítica diante das situações propostas.

A partir do que foi exposto, apresenta-se o resultado da análise dos materiais coletados nas categorias a seguir.

6.3.1 *Engajamento e motivação*

A intervenção pedagógica foi realizada em seis encontros, distribuídos ao longo de duas semanas, totalizando dez períodos de aula de Matemática, de acordo com o calendário da instituição escolar.

Os dois primeiros encontros foram dedicados à investigação dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre os conceitos iniciais de Geometria Espacial. Em seguida, esses conceitos foram apresentados de forma lúdica, antes da utilização do software de Realidade Aumentada (RA).

A defasagem de aprendizagem e a vulnerabilidade social são desafios complexos no contexto educacional, especialmente no ensino de matemática. Em cenários onde o acesso à tecnologia é limitado e as carências sociais são evidentes, a ludicidade e o uso de materiais concretos emergem como estratégias pedagógicas eficazes para promover o engajamento e a motivação dos estudantes.

Conforme defendem Castellar e Moraes (2016), essas metodologias promovem o engajamento por meio da resolução de problemas e da exploração, o que permite que os alunos desenvolvam autonomia e pensamento crítico. Nesse sentido, os primeiros encontros foram dedicados aos conceitos de Geometria Espacial de maneira lúdica e concreta, antes de avançar para o uso de tecnologias digitais.

Os estudantes engajaram-se na montagem dos esqueletos dos poliedros, pois, ao término da atividade, poderiam consumir as jujubas. Conforme Morcanas (2019), "Trata-se de uma forma agradável, principalmente pelo fato de utilizar jujubas coloridas que despertam a atenção dos alunos". Esse entusiasmo inicial foi percebido na fala do estudante B.

No começo, eu só pensava nas jujubas, mas quando a gente começou a montar, a ver o cubo tomando forma na nossa mão, foi muito legal. Eu nunca tinha entendido direito o que era uma aresta e um vértice (Estudante B, feminino, 15 anos).

O cenário de vulnerabilidade socioemocional e cognitiva, decorrente de privações cotidianas, tem impactado os participantes desta pesquisa. A inserção de atividades lúdicas, como a construção de sólidos geométricos com palitos, balas de jujuba e massinha de modelar, surge como uma estratégia pedagógica para resgatar o prazer e o engajamento na aprendizagem. Essa abordagem visa não apenas introduzir conteúdos de Geometria, mas também consolidar conceitos fundamentais, que são abstratos e desafiadores, de uma forma mais concreta e motivadora.

Onde a desmotivação pode ser um fator predominante, a atividade lúdica e manipulativa com materiais simples pode ser um poderoso agente transformador. Quando os estudantes se sentem capazes de construir e compreender, sua autoestima e interesse pela aprendizagem aumentam.

Para tanto o estudante F expressou essa mudança de perspectiva:

Eu sempre achei matemática muito difícil, coisa de outro mundo. Mas quando eu consegui montar a pirâmide, vi que eu era capaz. Me senti inteligente (Estudante F, masculino, 15 anos).

A atividade manipulativa oferece um caminho concreto para a superação de defasagens de aprendizagem, transformando a aula em um ambiente acolhedor, desafiador e, acima de tudo, significativo.

De acordo com Morcanas (2019) defende a manipulação e exploração de objetos pelos estudantes para ultrapassar a barreira da abstração matemática, e

assim dessa maneira superar as dificuldades e compreendendo de modo clara, as propriedades e teorias.

A transição dessa atividade concreta para a tecnologia de Realidade Aumentada potencializou ainda mais o engajamento. Após a construção os sólidos, os estudantes puderam experimentar a visualização no ambiente digital, o que gerou um novo nível de entusiasmo e compreensão. Conforme podemos perceber em seu comentário o estudante E.

Foi incrível! Primeiro a gente montou com o palito e a jujuba, e depois vimos o mesmo sólido 'saindo' do celular. Deu pra girar, olhar por dentro... Parecia mágica! Agora eu entendo de verdade como eles são (Estudante E, feminino, 14 anos).

O estudante D complementou, mostrando a profundidade da aprendizagem:

Ver na Realidade Aumentada me ajudou a entender a diferença entre o esqueleto que a gente montou e o sólido completo, com as faces. Uma coisa completou a outra. Nunca mais vou esquecer (Estudante D, masculino, 15 anos).

A introdução do software de Realidade Aumentada (RA) representou a etapa seguinte, alinhada às fases evolutivas das tecnologias digitais na educação matemática descritas por Borba, Scucuglia e Gadanidis (2021), os autores defendem que a tecnologia reconfigura a própria natureza do conhecimento matemático, e a passagem do objeto físico para sua representação digital interativa é um exemplo claro dessa transformação.

A RA, especificamente, surge como uma ferramenta que auxilia no processo da aprendizagem. No entanto um mapeamento sistemático realizado por Dantas e Ferreira de Andrade (2022) sobre o uso da RA na educação básica brasileira destaca seu potencial para enriquecer as práticas pedagógicas, facilitando a visualização de objetos tridimensionais e aumentando a motivação dos estudantes.

Percebemos no relato do estudante J:

Planificação era meu terror. Eu não conseguia de jeito nenhum olhar para aquele monte de quadrado e triângulo no papel e imaginar o bicho que ia formar. O aplicativo tinha uma animação que abria e fechava o prisma. Depois de ver umas três vezes, eu comecei a entender qual parte se encaixava em qual. Foi o que me salvou no debate (Estudante J, masculino, 15 anos).

A experiência demonstrou que a articulação entre Realidade Aumentada, materiais concretos e tecnologias digitais pode criar um sistema de aprendizagem

poderoso, capaz de superar barreiras e promover um conhecimento matemático significativo e duradouro.

6.3.2 Visualização como facilitador

A partir da terceira e quarta aula, foi apresentado aos estudantes o aplicativo de RA, para que pudessem experimentar e resolver desafios com a utilização do aplicativo, para tanto a utilização da tecnologia emerge para auxiliar na visualização no ensino da Geometria facilitando e concretizando a aprendizagem aos conceitos mais complexos. Ao permitir que os alunos vejam e interajam com modelos geométricos virtuais diretamente em seu próprio ambiente (por exemplo, em uma classe escolar ou no chão da sala de aula), a RA rompe com o paradigma da bidimensionalidade, tornando o aprendizado mais palpável e contextualizado.

O depoimento do estudante E é enfático ao contrastar a dificuldade de interpretar a representação em 2D com a clareza proporcionada pela RA:

*No papel eu olhava o desenho do cubo e não entendia como ele tinha um lado 'de trás'... Quando... o cubo apareceu na minha mesa. Aí sim eu entendi!
(Estudante E, feminino, 14 anos).*

Esta fala materializa a problemática levantada por Fainguelernt (1995) sobre a dificuldade de desenvolver o pensamento espacial a partir de figuras planas. A RA não apenas apresentou uma figura 3D, mas permitiu uma visualização espacial e interativa no mundo real, o que facilitou a compreensão imediata da tridimensionalidade do objeto.

No contexto da Geometria, Duval (2009) enfatiza a importância da capacidade de os alunos transitarem entre diferentes registros de representação semiótica – por exemplo, do registro figural (um desenho bidimensional de um sólido) para o registro discursivo (a descrição verbal das propriedades do sólido) ou para o registro algébrico (fórmulas). A dificuldade em Geometria muitas vezes reside na incapacidade dos alunos em coordenar e converter as representações entre esses registros.

Na mesma linha, o estudante F demonstra como a visualização dinâmica facilitou a conexão entre diferentes registros de representação, um ponto crucial na teoria de Duval (2009).

Conforme a fala do estudante F:

Com o aplicativo, eu virei a pirâmide, contei as faces, vi a base direitinho. Ficou muito mais fácil de entender o que cada nome significava (Estudante F, masculino, 15 anos).

A manipulação visual do objeto lhe permitiu compreender o vocabulário geométrico. A visualização aqui não foi passiva; O aplicativo de RA auxiliou para construir significado e superar a abstração dos termos técnicos.

A RA alinha-se perfeitamente com a teoria de Duval, a RA atua como um facilitador de conversão e tratamento de representações. Ao projetar um objeto geométrico no virtual e no ambiente real, a RA auxilia a transição do registro bidimensional para uma representação que projeta o sólido geométrico no espaço físico.

Por fim, o estudante G declara:

Eu nunca entendi direito o desenho do livro. A professora desenhava o cubo na lousa, com aquelas linhas tracejadas atrás, e pra mim era só um monte de risco. Quando eu vi o cubo flutuando na minha mesa com o aplicativo, eu pude andar em volta dele. Foi a primeira vez que eu realmente vi que ele tinha seis lados e profundidade. Não era mais um desenho, era um objeto. (Estudante G, masculino, 14 anos)

Essa fala revela o impacto mais profundo da experiência de visualização. A imagem mental criada pela RA tornou-se uma âncora cognitiva. Isso corrobora os argumentos de Amorim (2022b) e os resultados de Frazão e Silva (2023), indicando que a RA não só facilita a compreensão no momento da atividade, mas também equipa o aluno com um modelo mental mais robusto.

Conforme as falas dos estudantes:

A planificação foi um pouco confusa de imaginar como vira o sólido (Estudante I, masculino, 16 anos).

A Relação de Euler parece uma mágica, mas funciona! (Estudante K, feminino 14 anos).

Às vezes é difícil imaginar o sólido só olhando para o desenho no livro. (Estudante A, feminino, 14 anos).

Pode-se perceber que essa nova capacidade de visualização interna irá facilitar futuras interpretações de representações bidimensionais, transformando a maneira como ele interage com o conteúdo geométrico a longo prazo.

O estudante K relatou que:

A pior parte pra mim sempre foi imaginar o que estava por trás do sólido. A gente só vê a frente no papel. Com a RA, eu pude girar a peça e ver todos os

ângulos, o que estava escondido. Facilitou muito pra contar os vértices e as arestas que a gente não enxerga no desenho (Estudante K, feminino, 14 anos).

Essa percepção permite que o aluno visualize a forma no físico, tornando a conversão para outros registros (como o discursivo, ao descrever o objeto, ou o algébrico, ao calcular seu volume) mais intuitiva. A manipulação de um sólido em RA (girar, movimentar e cortar) pode ser vista como um tratamento dentro do registro figural que enriquece a compreensão e facilita a futura conversão.

Segundo o relato do estudante H:

Entender a altura de uma pirâmide era impossível pra mim. Eu sempre confundia com a outra linha do lado. No aplicativo, tinha um botão que fazia só a linha da altura aparecer, bem no meio, retinha até a base. Clicou na hora! Ver aquela linha no meio do sólido facilitou tudo pra entender a fórmula do volume (Estudante H, feminino, 13 anos).

Amorim (2022a), argumenta em sua pesquisa que para o desenvolvimento da visualização geométrica, corroborando e exemplificando o potencial prático da Realidade Aumentada no ensino de Geometria. Amorim (2022a) reforça o argumento central de que a RA pode ser uma ferramenta que auxilia no processo para a aprendizagem de Geometria Espacial de modo a superar as dificuldades de visualização que os estudantes enfrentam.

Segue relato do estudante C:

Eu consegui ver a diagonal de dentro do paralelepípedo. No desenho, é só uma linha que cruza tudo e não faz sentido. Com a RA, eu deixei o cubo meio transparente e a linha apareceu lá dentro, ligando um vértice ao outro. Foi a única forma de eu realmente visualizar o que o Teorema de Pitágoras estava calculando ali. (Estudante C, feminino, 13 anos).

Em síntese, os depoimentos são unânimes em apontar que a capacidade de ver, explorar e manipular os sólidos geométricos de forma tridimensional e interativa foi o fator decisivo para a sua aprendizagem, servindo como alicerce que conecta o abstrato ao concreto e o complexo ao compreensível.

6.3.3 Criticidade

Amorim (2022a), em sua pesquisa sobre as contribuições do aplicativo Sólidos RA para o desenvolvimento da visualização geométrica, aponta para o potencial da RA de maneira a aprimorar a compreensão dos sólidos geométricos. Embora o foco principal de sua pesquisa seja a visualização, os resultados de Amorim revelam

nuances que podem ser interpretadas como indícios de um incipiente pensamento crítico.

Segundo a fala do estudante A:

Antes de usar o aplicativo, eu tinha certeza que um prisma hexagonal tinha só 6 faces laterais. Aí, quando fui girando ele na tela, usando a RA, vi que na verdade tem mais! Fiquei confusa primeiro, mas aí parei pra contar direito enquanto girava. Vi que são 6 faces laterais mais a de cima e a de baixo. Foi muito legal porque eu mesmo pude testar minha ideia errada e consertar na hora, vendo o sólido se mexer. Não foi só a professora falando, eu vi com meus olhos e entendi melhor. (Estudante A, feminino, 14 anos).

Ao manipular os sólidos geométricos em RA, os alunos são motivados a fazer inferências, testar hipóteses e consolidar sua compreensão sobre as propriedades dos sólidos geométricos, o que é um passo fundamental para o raciocínio crítico em matemática. Conforme relato da estudante B:

Achei muito diferente mexer no sólido virtual do que naqueles de plástico que a gente usa na sala. Com o de plástico, a gente sente o peso e o formato, mas às vezes esconde umas partes. Com a RA, dava pra ver tudo, até as arestas de trás quando eu virava o celular, e girava super rápido pra ver de todos os jeitos. Fiquei pensando: cada um é melhor pra uma coisa. O de plástico é mais 'real', mas o aplicativo me ajudou mais a entender como é o sólido por dentro da minha cabeça, tipo, a imagem completa dele. Fiquei me perguntando qual eu usaria pra estudar pra prova. (Estudante B, feminino, 15 anos).

Essa criticidade é vital para uma educação matemática que vai além da memorização de fórmulas e propriedades, promovendo aos alunos a capacidade de analisar, questionar e propor soluções, não apenas em relação aos conceitos matemáticos, mas também em relação às ferramentas e aos ambientes de aprendizagem que lhes são oferecidos. A RA, portanto, pode ser vista como um catalisador para o desenvolvimento de pensadores críticos na área da Geometria Espacial. Segue fala do estudante L:

O aplicativo é muito legal e da pra ver os sólidos, deixou a aula menos chata. Mas, usando ele, eu comecei a pensar umas coisas... Tipo, e se meu celular não tiver internet ou bateria? Como faz? E outra: quando ele mostrava a planificação do cubo, era sempre do mesmo jeito. Será que não dá pra planificar de outro jeito? O aplicativo só mostra um? Isso fez eu pensar que o aplicativo é muito bom, mas não é perfeito, e a gente tem que prestar atenção nisso. Ele ajuda, mas a gente não pode só acreditar nele cegamente, tem que pensar por conta. (Estudante L, masculino, 14 anos).

Percebe-se que os relatos, mesmo com linguagem simples, evidenciam os aspectos fundamentais destacados por Amorim (2022a), em sua escrita, que a RA motivou os alunos a testarem ideias, compararem representações, consolidarem

entendimentos de forma ativa e, crucialmente, começaram a analisar e questionar tanto os conceitos matemáticos quanto a própria ferramenta de aprendizagem, apresentando engajamento ativo.

7 Conclusões

Essa pesquisa teve como objetivo investigar a utilização de aplicativos de Realidade Aumentada (RA), em especial o Sólidos RA, como recurso para auxiliar na compreensão da representação gráfica em duas e três dimensões no estudo de Geometria Espacial.

Para atingir esse objetivo foi elaborada e aplicada uma sequência didática junto aos estudantes do nono ano do ensino fundamental. Durante a etapa de escolha do aplicativo, foram analisados diversos recursos disponíveis, porém, a maioria apresentou limitações de funcionamento ou de compatibilidade. Nesse processo, destacou-se o aplicativo Sólidos RA, que foi selecionado por oferecer melhor desempenho, além de ser compatível com a maior parte dos smartphones que utilizam o sistema Android.

Após a aplicação da sequência didática, os dados foram organizados e analisados por categorias, evidenciando que a utilização da tecnologia RA contribuiu de forma positiva para a aprendizagem de Geometria Espacial.

Em relação aos objetivos inicialmente propostos pela pesquisa, constatou-se que todos foram alcançados conforme se apresenta a seguir.

7.1 Identificar a contribuição do uso de Realidade Aumentada para a consolidação dos conceitos de Geometria Espacial em estudantes do nono ano do Ensino Fundamental

As aulas começaram no formato tradicional, mas, para verificar se os estudantes tinham uma base sólida dos conceitos iniciais da Geometria Espacial, conforme Morcanas (2019) utilizamos uma abordagem lúdica com materiais concretos: palitos, balas de jujuba e massinha de modelar. Essa manipulação permitiu a planificação e a construção de sólidos, além de discussões em grupo e a identificação de exemplos do cotidiano.

Durante a aplicação das atividades iniciais, estas já revelaram dificuldades preliminares na abstração dos conceitos, como desafios na visualização espacial e na compreensão da relação entre as dimensões. Foi observada análise dos erros nas

construções, nas planificações e no preenchimento da tabela Relação de Euler fornecendo dados valiosos sobre dificuldades dos estudantes.

Da mesma forma, em relação às representações bidimensionais e planificações, essa etapa inicial serviu como base para comparação na avaliação realizada antes da introdução do aplicativo de Realidade Aumentada.

Durante a aplicação da sequência didática pode-se perceber sobre a importância do material manipulável, pois, entende-se que os métodos com os materiais manipuláveis utilizados foram importantes para dar sustentação ao projeto, auxiliando na sua concepção e organização para as etapas posteriores.

A assimilação dos conteúdos ocorre de maneira mais efetiva quando o educando consegue estabelecer conexões entre as figuras geométricas e suas vivências diárias, empregando o raciocínio lógico para solucionar questões acadêmicas e situações práticas.

Como afirma Fainguelernt (1995):

A Geometria oferece um vasto campo de ideias e métodos de muito valor quando se trata do desenvolvimento intelectual do aluno, do seu raciocínio lógico e da passagem da intuição e de dados concretos e experimentais para os processos de absorção e generalização. A Geometria também ativa a passagem do estágio das operações concretas para o das operações abstratas. É, portanto, tema integrador entre as diversas partes da Matemática, bem como campo fértil para o exercício de aprender a fazer e aprender a pensar. Ela desempenha papel primordial no ensino, porque a intuição, o formalismo, a abstração e a dedução constituem a sua essência (Fainguelernt, 1995, p. 45).

As dificuldades na compreensão dos sólidos geométricos surgem, em parte, porque o ensino da Geometria frequentemente é abordado de forma isolada, sem estabelecer conexões com outros conteúdos matemáticos. Essa fragmentação do conhecimento acaba criando lacunas de aprendizagem que persistem ao longo da trajetória escolar do aluno.

Morcanas (2019) ressalta que é fundamental abordar o ensino da Geometria espacial na Educação Básica por meio de materiais concretos, articulando-os com objetos do cotidiano. Essa abordagem didática transforma o aprendizado em uma experiência significativa e estimulante, permitindo aos estudantes arquitetarem relações entre os conceitos teóricos e suas aplicações práticas.

Os relatos dos estudantes e as apresentações através dos grupos, como também os debates evidenciaram como a abordagem concreta não apenas facilitou a compreensão dos conceitos geométricos, mas também demonstrou sua eficácia como

ferramenta pedagógica ao criar pontes entre o conhecimento abstrato e as experiências reais dos alunos. Ao articular teoria e prática por meio de materiais manipuláveis, o projeto não apenas cumpriu seu objetivo, como também estabeleceu bases sólidas para a construção de aprendizagens posteriores, formando estudantes capazes de transitar entre o conhecimento formal e suas aplicações no mundo cotidiano.

7.2 Analisar as percepções dos estudantes sobre a relação entre os conceitos de Geometria Plana e Espacial e sua formalização, mediada pela utilização da Realidade Aumentada.

Durante a aplicação da sequência didática, foi possível realizar uma avaliação implícita tanto do conhecimento prévio dos alunos quanto da aprendizagem construída por meio das atividades práticas. A resolução de problemas envolvendo os conceitos trabalhados (antes da introdução da Realidade Aumentada) estabeleceu uma linha de base para posterior comparação com o desempenho demonstrado após o uso do aplicativo de RA.

Com as atividades propostas na fase posterior à RA foi possível indicar em que medida a tecnologia contribuiu para a aplicação dos conceitos geométricos em situações novas e mais complexas.

As aulas promoveram um certo nível de engajamento através da atividade prática e das discussões em grupo. Pois ao comparar o nível de participação, em relação aos primeiros encontros e o interesse demonstrado, juntamente com a colaboração dos alunos durante esta aula, pode-se perceber o engajamento durante as atividades com o aplicativo de RA, sendo possível avaliar o impacto da tecnologia.

O caráter lúdico e a interatividade da RA podem gerar um envolvimento ainda maior e, conseqüentemente, um aprendizado mais significativo.

É fundamental que as atividades com RA em Geometria Espacial sejam cuidadosamente planejadas de modo a abordar as possíveis causas e dificuldades dos estudantes. Incluindo a integração da visualização com a compreensão conceitual, o incentivo à exploração ativa e à resolução de problemas, a conexão com o mundo real e o apoio para construir as habilidades matemáticas.

No avanço das atividades pode-se compreender que processo de aprendizagem com RA permitiu identificar as dificuldades específicas dos alunos e ajustar as estratégias pedagógicas de acordo com as especificidades da turma.

Alguns estudantes demonstraram falhas na compreensão de conceitos básicos de Geometria Plana (áreas, perímetros, ângulos) apresentando dificuldades na aplicação em sólidos espaciais (áreas de superfície e volumes).

Percebeu-se em alguns estudantes foco excessivo na visualização em detrimento da teoria: O entusiasmo pela interação com a RA levou alguns alunos a se concentrarem apenas no aspecto visual, negligenciando a necessidade de compreender as fórmulas e os princípios matemáticos.

Diante dos potenciais causas e dificuldades na aplicação da Geometria Espacial, mesmo com o auxílio da Realidade Aumentada, o desfecho ideal reside em uma integração pedagógica cuidadosa e intencional da tecnologia. A RA não deve ser vista como uma solução mágica, mas sim como uma ferramenta útil que, quando utilizada de forma estratégica, pode auxiliar nas dificuldades e promover um aprendizado mais profundo e engajador.

Portanto por meio da análise de dados foi possível perceber a apropriação dos estudantes, através de ação instrumentada desenvolvendo a aprendizagem durante o processo como um todo.

7.3 Verificar em que medida a aplicação de atividades com Realidade Aumentada favorece a compreensão de conceitos relacionados à Geometria Espacial, tomando como referência os níveis cognitivos da Taxonomia Revisada de Bloom para a era digital.

A utilização da Taxonomia Revisada de Bloom mostrou-se pertinente para esta pesquisa por permitir a organização e a análise das atividades propostas em diferentes níveis de complexidade cognitiva.

O estágio inicial da pesquisa, anterior à introdução e utilização do aplicativo Sólidos RA, caracteriza-se por uma abordagem pedagógica concreta e tátil. Essa fase pode ser mapeada nos primeiros níveis da Taxonomia de Bloom que são: a) Lembrar, b) Entender e c) Aplicar, pois são os pilares para o desenvolvimento de habilidades cognitivas de ordem superior.

7.3.1 Lembrar: Construindo a Base Conceitual

O primeiro passo da sequência didática foi “verificar se os estudantes tinham uma base sólida dos conceitos iniciais da Geometria Espacial”. Esta etapa alinha-se diretamente com o nível mais fundamental da taxonomia: **Lembrar**.

Os alunos precisavam resgatar de sua memória conceitos básicos como vértices, arestas, faces e as propriedades de figuras geométricas planas. A atividade de preenchimento da tabela da Relação de Euler é um exemplo claro, exigindo aos alunos que recordassem e identificassem esses elementos nos sólidos que construíam.

Na era digital, este nível é frequentemente associado a ações como fazer buscas simples ou destacar informações. No contexto desta pesquisa, a “ferramenta e suporte” utilizados foram materiais concretos tais como: palitos, jujubas e massinha de modelar, que serviram como dispositivos físicos para acessar a terminologia essencial.

7.3.2 Entender: Da Planificação à Construção

A pesquisa avançou para a “planificação e a construção dos sólidos”. Este processo transcende a simples memorização e concentra-se no nível **Entender**. Os alunos não estavam apenas nomeando partes, mas sim compreendendo a relação intrínseca entre a representação bidimensional (planificação) e o objeto tridimensional (sólido). Ao manipular os palitos e as jujubas para formar um cubo ou uma pirâmide, eles estavam, na prática, explicando e interpretando como um conjunto de faces se conecta no espaço.

As “discussões em grupo e a identificação de exemplos do cotidiano” foram atividades centrais deste nível. Elas demonstraram que os alunos conseguiram classificar, comparar e explicar os conceitos com suas próprias palavras, conectando o conhecimento abstrato da geometria com suas vivências, como bem apontam os estudos de Fainguelernt (1995) sobre a passagem do concreto para o abstrato.

7.3.3 Aplicar: A Execução do Conhecimento

O ato de construir fisicamente os sólidos geométricos é a manifestação mais clara do nível **Aplicar**. Os estudantes utilizaram o conhecimento que lembraram e entenderam que para executar uma tarefa prática.

Adicionalmente, eles seguiram um roteiro organizado com regras, organizadas a partir da geometria para criar algo tangível. Essa manipulação, conforme destacado na pesquisa, foi fundamental para "dar sustentação a pesquisa", pois transformou conceitos teóricos em uma experiência prática e executável.

Na Taxonomia de Bloom Digital, o nível "Aplicar" está ligado a verbos como "executar", "rodar" ou "operar". No estudo, os alunos estavam "operando" com materiais físicos, o que serviu como um alicerce para a posterior interação digital com o aplicativo de RA.

A pesquisa aponta que, mesmo nesta fase inicial, surgiram "dificuldades preliminares na abstração dos conceitos, como desafios na visualização espacial". Isso demonstra que, embora os alunos estivessem operando nos três primeiros níveis da taxonomia, a transição para os níveis superiores: **Analisar, Avaliar e Criar**; representa um desafio significativo.

A dificuldade em visualizar espacialmente indica uma barreira para **Analisar**, ou seja, para decompor o objeto mentalmente e entender a organização de suas partes sem o auxílio físico. Como podemos perceber, umas das situações citadas na presente pesquisa é o ensino fragmentado da geometria, mencionado anteriormente, deixando essa lacuna na aprendizagem dos estudantes, impedindo dessa maneira que os alunos estabeleçam conexões necessárias para uma análise mais profunda.

O estágio inicial da pesquisa foi essencial não apenas como um método de ensino, mas como uma ferramenta de diagnóstico. Ao situar os alunos nos níveis de **Lembrar, Entender e Aplicar** através de métodos concretos, a pesquisa conseguiu identificar com precisão a principal barreira cognitiva dos estudantes: a dificuldade de abstração e transição para o pensamento de ordem superior.

Essa abordagem inicial, referenciada por autores como Morcanas (2019), validou a importância de começar pelo concreto. Ela criou a "linha de base" perfeita para a introdução da Realidade Aumentada. A tecnologia de RA foi, então, introduzida não como um substituto, mas como uma ferramenta para impulsionar os alunos para além da aplicação, auxiliando-os a **Analisar** as estruturas de forma interativa, **Avaliar** diferentes perspectivas dos sólidos e, potencialmente, abrir caminho para **Criar**

soluções para problemas mais complexos, alinhando-se plenamente aos objetivos de uma aprendizagem para era digital.

8 Considerações Finais: Perspectivas para a integração e a utilização da Realidade Aumentada no Ensino de Geometria

Como perspectiva para trabalhos futuros, um dos caminhos possíveis a ser explorado é o desenvolvimento de ferramentas autorais voltadas ao uso da Realidade Aumentada. Em razão do tempo disponível, esta pesquisa concentrou-se predominantemente na análise de aplicativos já existentes e nas percepções dos estudantes e da professora. Sugere-se, portanto, que investigações posteriores incluam o desenvolvimento e a implementação de novos aplicativos de RA, elaborados em colaboração direta com professores da Educação Básica. Tal iniciativa possibilitaria a criação de recursos capazes de atender, de forma mais específica, às demandas pedagógicas e às particularidades do contexto escolar.

Acredita-se que a adoção de tais direções de pesquisa poderá contribuir de maneira significativa para o campo da Educação Matemática mediada por tecnologias, além de favorecer uma integração mais efetiva e impactante da Realidade Aumentada no cotidiano das escolas, especialmente na Educação Básica. Essa integração tem o potencial de formar estudantes mais críticos, engajados e proficientes em Geometria Espacial.

Referências

- AMORIM, Lucas Luppi. **Contribuições do aplicativo Sólidos RA para o desenvolvimento da visualização geométrica na perspectiva da realidade aumentada**. Orientador: Rony Cláudio de Oliveira Freitas. 2022. 104 f. - Monografia (graduação) – Instituto Federal do Espírito Santo, Coordenadoria do Curso Superior de Licenciatura em Matemática. Vitória, 2022a.
- AMORIM, Silvio Luiz Gomes de. **A utilização integrada da realidade aumentada com o software GeoGebra na perspectiva da aprendizagem móvel de geometria espacial**. In: Anais do XXVI Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2022. **Anais eletrônicos** [...] São Paulo - SP, On-line. 2022b. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/ebrapem2022/> . Acesso em 12 outubro de 2023.
- ANDERSON, L.W.; KRATHWOHL, D.R.; BLOOM, B.S. **A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives**. Harlow, UK: Longman, 2001.
- BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo (Comunicação)**. Lisboa: Edições 70, 2016.
- BENEDETTE, Thaís. **Taxonomia de Bloom: Entenda e aplique em sua escola**. TutorMundi, 30 jul. 2020. Disponível em: <https://tutormundi.com/blog/taxonomia-de-bloom/> acesso em 18 de setembro de 2025.
- BIANCHINI, Luciane Guimarães Batistella; VASCONCELOS Mario Sergio. **Significação e sentimentos dos alunos quando erram na matemática**. Psicologia da Educação, São Paulo, Psic. da Ed., São Paulo, 38, 1º sem. de 2014, pp. 63-71. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/psicoeduca/article/view/22800> . Acesso em 2 novembro de 2023.
- BLOOM, B. S. et al. **Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals. Handbook I: Cognitive Domain**. New York: David McKay Company, 1956.
- BORBA, M. C.; SCUCUGLIA, R. R. S; GADANIDIS, G. **Fases das tecnologias digitais em educação matemática: sala de aula e internet em movimento**. Belo Horizonte: Autêntica, 2021. (Coleção: Tendências em educação matemática).
- BRASIL. Ministério da educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.
- CASTELLAR, Sônia M. Vazella; MORAES, Jerusa Vilhena de. **Metodologias ativas: introdução/organizadora** — 1. ed. — São Paulo: FTD, 2016.
- CIRQUEIRA NETO, M. G. B; COSTA, M. C.; CORRÊA, I. S. S.; MOTA, L. B.; MORAES, J. M. B **Aplicabilidade da realidade aumentada no ensino de física**. *Revista Brasileira de Desenvolvimento*, [S. l.], v. 1, pág. 470–483, 2024.

DOI: 10.34117/bjdv10n1-029. Disponível em:
<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/66197>. Acesso em: 23 junho de 2024.

DANTAS, Elania Hortins. **Uso da realidade aumentada no ensino da geometria espacial**. Orientadora: Luciana Roze de Freitas. 2018. 94 f. – Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) – Universidade Estadual da Paraíba, Pró Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, Campina Grande, 2018.

DANTAS, J. C. S.; FERREIRA DE ANDRADE, A.. O uso da realidade aumentada na educação básica brasileira: um mapeamento sistemático. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 20, n. 1, p. 315–327, 2022. DOI: 10.22456/1679-1916.126679.
 Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/126679> . Acesso em: 3 agosto de 2024.

DOMINGUES, Mateus Augusto Ferreira Garcia. **A utilização do smartphone com intermédio de um aplicativo de realidade aumentada para a aprendizagem de estatística**. Orientador: Leonardo Sturion. 2019. 121 f. – Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, Londrina, 2019.

DUVAL, Raymond. **Semiósis e pensamento humano: Registros semióticos e aprendizagens intelectuais**. São Paulo: PROEM, 2009.

FAINGUELERNT, Estela Kaufman. **O Ensino de Geometria no 1º e 2º Graus**. A Educação Matemática em Revista - SBEM, nº 4, p. 45. Blumenau. 1º semestre, 1995.

FRAZÃO, Paulo Vitor; SILVA, Carlos Alberto Ferreira da. **A realidade aumentada como ferramenta para o ensino de matemática: um estudo sobre o uso do aplicativo sólidos ra no conteúdo de prismas no ensino fundamental II**. In: Anais do IV SITEM - Simpósio Internacional de Tecnologias em Educação Matemática. Anais...Rio Claro (SP) UNESP/IGCE, 2023.
 Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/sitem2023/643575-a-realidade-aumentada-como-ferramenta-para-o-ensino-de-matematica--um-estudo-sobre-o-uso-do-aplicativo-solidos-ra> . Acesso em: 03 de agosto de 2024.

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

GERHARDT, Tatiana; SILVEIRA, Denise. (Org.). **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.
 Disponível em: <http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf> . Acesso em 25 de maio de 2024.

GOMES, Allisson Pierre Lino; RAMOS, Argento Ramos; BRITO, Lucas Florêncio de; BATISTA, Michel Ferreira; LEAL, Brauliro Gonçalves. (2019). **GeometriAR: aplicativo educacional com realidade aumentada para auxiliar o ensino de sólidos geométricos**. RENOTE. 17. 405-414. 10.22456/1679-1916.95848.

KIRNER, Claudio. **Prototipagem rápida de aplicações interativas de realidade aumentada**. Tendências e Técnicas em Realidade Virtual e Aumentada, v. 1, n. 1, p. 29-54, 2011.

LIMA, Elielson Magalhães; FERRO, Eloíse Karola Cavalcante; ASSIS, Wilma Rejane Rodrigues de; NASCIMENTO, César de Oliveira; OLIVEIRA JÚNIOR, Jalon Saturnino de. **Investigando geometria espacial através da realidade aumentada**. RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar - ISSN 2675-6218, [S. l.], v. 3, n. 7, p. e371725, 2022. DOI: [10.47820/recima21.v3i7.1725](https://doi.org/10.47820/recima21.v3i7.1725). Disponível em: <https://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/1725>. Acesso em: 9 jan. 2025.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 2018.

MARQUETTI, Celso. **O uso de tecnologias digitais para a compreensão da construção de sólidos a partir de suas propriedades**. 2015. 94 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2015.

MILGRAM, Paul et al. Augmented reality: **A class of displays on the reality-virtuality continuum**. In: **Telemanipulator and telepresence technologies**. 1994. p. 282-292.

MINAYO, Maria Cecília de Souza; (Org.) **Pesquisa Social – Teoria, método e criatividade** Petrópolis, RJ: Vozes 2002.

MORCANAS, Marcelle Santos. **O processo de ensino-aprendizagem dos poliedros**. Orientador: Abel Rodolfo Garcia Lozano. 2019. 80 f. – Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Formação de Professores, São Gonçalo, 2019.

MOROSINI Marília Costa; FERNANDES Cleoni Maria Barboza. Estado do Conhecimento: conceitos, finalidades e interlocuções. 2014 – **Educação Por Escrito**, [S. l.], v. 5, n. 2, p. 154–164, 2014. DOI: 10.15448/2179-8435.2014.2.18875. Disponível em: <https://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/poescrito/article/view/18875>. Acesso em: 5 novembro de 2023.

MOROSINI Marília Costa; SANTOS Pricila Kohls; BITTENCOURT Zoraia. **Estado do Conhecimento: teoria e prática** – Curitiba: 2021 – CRV.

NEVES, Bruna Carvalho das. **Framework para design de microlearning em cursos da plataforma Kurt Klotzel**. Orientador: Luis Otoni Meireles Ribeiro. 2023. 142 f. – Dissertação (Mestrado Profissional em Educação e Tecnologia) - MPET do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense – IFSul. Pelotas, 2023.

NOVOA, António. **Escolas e professores proteger, transformar, valorizar**. Colaboração Yara Alvim. Salvador: SEC/IAT, 2022. 116p.

NUNES, S. da C.; COSTA, CC **Uma Beyblade em Realidade Aumentada: suas potencialidades pedagógicas no ensino de geometria espacial / Um Beyblade em Realidade Aumentada: suas potencialidades pedagógicas no ensino de geometria espacial**. *Revista Brasileira de Desenvolvimento*, [S. l.], v. 2, pág. 10470–10479, 2022. DOI: 10.34117/bjdv8n2-135. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/43903>. Acesso em: 23 junho de 2024.

OLIVEIRA, Maria Marly de. **Sequência didática interativa no processo de formação de professores**. Petrópolis: Vozes, 2013.

OLIVEIRA, Marcelo Queres; FREITAS, Victor Gonçalves Gloria; MARTINS, Bianca Maria Rego. **Simulação de Circuitos Elétricos em Laboratório Virtual com Realidade Aumentada na Educação Profissional**. *Revista EducaOnline*, [S. l.], v. 14, pág. 264-282, 2020. ISSN 963-2664. Disponível em: <https://revistaeducanline.eba.ufrj.br/edi%C3%A7%C3%B5es-antiores/2020-3/simula%C3%A7%C3%A3o-de-circuitos-el%C3%A9tricos-em-laborat%C3%B3rio-virtual-com-realidade-aumen>. Acesso em: 23 junho de 2024.

OLIVEIRA, Odailson Gonçalves de. **O uso do GeoGebra 3D com Realidade Aumentada no Ensino de Geometria Espacial**. Orientadora: Fabiane de Oliveira. 2021. 139 f. – Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – Área de Concentração: Matemática) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2021.

OLIVEIRA, Paulo Nelson de, **Criação de um aplicativo de realidade aumentada para o ensino da geometria**. Orientador: Roberto Andreani. 2019. 64 f. – Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica, Campinas, 2019.

ORTIZ, J. O. S.; KWECKO, V.; TOLÊDO, F.; DEVINCENZI, S.; BOTELHO, S. S. C. Recursos Educacionais Abertos: **Uma Análise dos Objetivos de Aprendizagem Referenciados pela Taxonomia Digital de Bloom**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (SBIE), 31., 2020, Online. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2020. p. 122-131. DOI: <https://doi.org/10.5753/cbie.sbie.2020.122>.

RIBEIRO, L. O. M.; GUTERRES, L. X.; SILVEIRA, D. N. O uso da realidade aumentada com dispositivos móveis na educação matemática como potência na geometria espacial. **Plurais - Revista Multidisciplinar**, Salvador, v. 5, n. 2, p. 40–57, 2020. DOI: 10.29378/plurais.2447-9373.2020.v5.n2.8922. Disponível em: <https://www.revistas.uneb.br/index.php/plurais/article/view/8922>. Acesso em: 9 jan. 2025.

RODRIGUES, Mário André Nunes. **Disseminação da Matemática através das redes sociais**. Orientador: Nilomar Vieira de Oliveira. 2019. 48 f. – Dissertação

(Mestrado Profissional) – Universidade Federal do Amazonas, Programa de Pós-Graduação em Matemática, Manaus, 2019.

ROMEIRO, R.; TORI, R.; SILVA, B. **Realidade Aumentada no Processo de Ensino-Aprendizagem dos Poliedros e suas Construções Geométricas: Uma Proposta de design de Conteúdo Imersivo**. Anais dos Trabalhos de Conclusão de Curso. Pós-Graduação em Computação Aplicada à Educação Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação. Universidade de São Paulo, 2020.

SILVA, Fernando Oliveira da. **Utilização de dispositivos móveis e recursos de Realidade Aumentada nas aulas de Matemática para elucidação dos Sólidos de Platão**. Orientador: Ronaldo Celso Messias Correia. 2017. 101 f. – Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto, 2017.

SOARES, Fredson Rodrigues. **As contribuições da realidade aumentada mediada pela metodologia sequência Fedathi para a aprendizagem de geometria espacial**. Orientador: José Rogério Santana. Coorientadora: Maria José Costa dos Santos. 2022. 236 f. – Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Federal do Ceará, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Educacional, Fortaleza, 2022.

SOUZA, Gabriel Willyan Pinheiro de; RENDEIRO, Manoel Fernandes Braz. Realidade aumentada e rotação por estações: proposta para o ensino aprendizagem da geometria espacial na sala de aula. **Revista de Educação Matemática**, [s. l.], v. 20, n. 01, p. e023115, 2023. DOI: 10.37001/remat25269062v20id497. Disponível em: <https://www.revistasbemsp.com.br/index.php/REMat-SP/article/view/497> . Acesso em: 11 jan. 2025.

SOUZA, Jaime Batista de. **Sequências didáticas com realidade aumentada (RA) como auxílio para desenvolver a habilidade de visualização espacial**. Orientadora: Deborah Faragó Jardim. 2020. 104 f. – Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Instituto De Ciência, Engenharia e Tecnologia, Teófilo Otoni, 2020.

TAVARES, Janice Neitzke. **Ecossistema educacional assistivo para deficientes visuais baseado na internet das coisas**. Orientador: Igor Radtke Bederode. Coorientador: Luis Otoni Meireles Ribeiro. 2023. 129 f. – Dissertação (Mestrado Profissional em Educação e Tecnologia do Instituto Federal Sul-rio-grandense, Câmpus Pelotas, 2023.

TORI, Romero. **Educação sem distância**. 2.ed. Artesanato Educacional, 2017

TORI, Romero; HOUNSELL, Marcelo da Silva (org.). **Introdução a Realidade Virtual e Aumentada**. Porto Alegre: Editora SBC, 2018.

VALENTE, José Armando. **O Ensino Híbrido Veio Para Ficar**. In: BACICH, Lilian; TANZI NETO, Adolfo; TREVISANI, Fernando de Mello (org.). Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação. Porto Alegre: Penso, 2015. p. 21-28.

Disponível em: Ensino Híbrido: Personalização e tecnologia na educação. Acesso em: 10 novembro de 2021.

VYGOTSKY, Lev S. ***A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores***. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

XAVIER, M. F.; MURAKAMI, E. T; VECELIC NETO, I.; OLIVEIRA, P. RA de; SANTIAGO, R. C; CELESTINO, C. C **A realidade aumentada e virtual como métodos de ensino / Realidade aumentada e virtual como métodos de ensino. Revista Brasileira de Desenvolvimento**, [S. l.], v. 12, pág. 97362–97370, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n12-287. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/21479>. Acesso em: 23 junho de 2024.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa como ensinar**. Tradução: Ernani F. da F. Rosa. Reimpressão 2010. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZORZAL, E. R.; KIRNER, C.; CARDOSO, A.; LAMOUNIER JR., E.; OLIVEIRA, M. R. F. de; SILVA, L. F. Ambientes Educacionais Colaborativos com Realidade Aumentada. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 6, n. 2, 2008. DOI: 10.22456/1679-1916.14574. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/14574> . Acesso em: 4 fevereiro de 2024.

Apêndices

Apêndice A: Quadros-resumo das dissertações selecionadas na BDTD

Quadro 8: Quadro-resumo da dissertação 1

1) Dissertação - 2022
Título: As contribuições da Realidade Aumentada mediada pela metodologia Sequência Fedathi para a aprendizagem de Geometria Espacial
Autor: Fredson Rodrigues Soares
Orientador: Dr. José Rogério Santana.
Programa: Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Educacional, do Instituto Universidade Virtual – IUUVI da Universidade Federal do Ceará – UFC
<p>Resumo:</p> <p>A pesquisa de Soares (2022) investigou as contribuições da Realidade Aumentada (RA), mediada pela metodologia Sequência Fedathi (SF), para o ensino e aprendizagem de Geometria Espacial, utilizando o software GeoGebra. O estudo, de abordagem quali-quantitativa, fundamentou-se na Engenharia Didática e na metodologia da SF, tendo como questão norteadora os impactos do uso da RA na formação de professores dos anos iniciais do ensino fundamental. A análise dos dados, baseada em Bardin, evidenciou que a aprendizagem e o engajamento dos estudantes foram potencializados pela visualização de conteúdos de Geometria Espacial em um ambiente lúdico e interativo. O estudo apontou que os alunos se tornaram protagonistas no processo de aprendizagem, favorecendo a construção de hipóteses, o desenvolvimento do raciocínio lógico e do pensamento geométrico, além de romper paradigmas negativos associados à Matemática.</p>

Fonte: Dados da Pesquisa (2024)

Quadro 9: Quadro-resumo da dissertação 2

2) Dissertação - 2021
Título: O uso do GeoGebra 3D com Realidade Aumentada no ensino de Geometria Espacial
Autor: Odailson Gonçalves de Oliveira
Orientador: Dr ^a . Fabiane de Oliveira
Programa: Universidade Estadual De Ponta Grossa Setor De Ciências Exatas E Naturais Departamento De Matemática E Estatística Programa De Mestrado Profissional Em Matemática Em Rede Nacional – PROFMAT
<p>Resumo:</p> <p>Oliveira (2021) investigou as contribuições do aplicativo GeoGebra 3D, associado à Realidade Aumentada, para o ensino de sólidos geométricos. Foi elaborada uma sequência didática envolvendo prismas, pirâmides e corpos redondos, com o objetivo de explorar as potencialidades gráficas e algébricas do recurso e fomentar o pensamento geométrico. A análise dos dados indicou que o aplicativo, utilizado em smartphones, demonstrou ser de fácil</p>

manuseio, apresentando resultados positivos para a visualização de conceitos e para o processo de ensino e aprendizagem de Geometria Espacial.

Fonte: Dados da Pesquisa (2024)

Quadro 10: Quadro-resumo da dissertação 3

3) Dissertação - 2020
Título: Sequências didáticas com Realidade Aumentada (RA) como auxílio para desenvolver a habilidade de visualização espacial
Autor: Jaime Batista de Souza
Orientador: Dr ^a . Deborah Faragó Jardim
Programa: Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Programa de Pós-Graduação em Matemática – Mestrado Profissional em Rede, PROFMAT.
<p>Resumo:</p> <p>Souza (2020) analisou a utilização da Realidade Aumentada como suporte ao desenvolvimento da habilidade de visualização espacial. O estudo destacou a dificuldade dos estudantes em compreender sólidos geométricos, frequentemente representados de forma bidimensional, exigindo maior esforço cognitivo para a interpretação de figuras tridimensionais. A pesquisa, de caráter bibliográfico e qualitativo, utilizou a Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS) na elaboração de sequências didáticas, permitindo que os estudantes transitassem entre registros linguísticos, pictóricos, algébricos, numéricos e gráficos. Apesar de envolver alunos de graduação, o trabalho forneceu subsídios para aplicação na educação básica, evidenciando o potencial da RA como recurso atrativo e motivador.</p>

Fonte: Dados da Pesquisa (2024)

Quadro 11: Quadro-resumo da dissertação 4

4) Dissertação - 2019
Título: O processo de ensino-aprendizagem dos poliedros
Autor: Marcelle Santos Morcanas
Orientador: Dr. Abel Rodolfo Garcia Lozano
Programa: Mestrado Profissional em Matemática em Rede – PROFMAT - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Formação de Professores.
<p>Resumo:</p> <p>Morcanas (2019) buscou incentivar o uso de construções lúdicas e ferramentas de Realidade Aumentada para o ensino de Geometria Espacial, com foco nos poliedros. A pesquisa, qualitativa e investigativa, envolveu estudantes do sexto ano do ensino fundamental e baseou-se na Teoria de Van Hiele. Inicialmente, os alunos construíram sólidos utilizando materiais como palitos, balas de goma, canudos e dobraduras, explorando conceitos geométricos de forma concreta. Na segunda etapa, a RA, por meio dos aplicativos Geometrix e Polyèdres</p>

Augmentés, foi utilizada para verificar a Relação de Euler, promovendo colaboração, engajamento e maior compreensão das propriedades geométricas.

Fonte: Dados da Pesquisa (2024)

Quadro 12: Quadro-resumo da dissertação 5

5) Dissertação - 2022
Título: A utilização do smartphone com intermédio de um aplicativo de Realidade Aumentada para aprendizagem de Estatística
Autor: Mateus Augusto Ferreira Garcia Domingues
Orientador: Dr. Leonardo Sturion
Programa: Mestrado Profissional em Ensino de Matemática do Programa de Pós-graduação em Matemática - PPGMAT, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. UTFPR
<p>Resumo:</p> <p>Domingues (2019) desenvolveu um livro interativo aumentado, utilizando o aplicativo HP Reveal (Aurasma) como recurso para o ensino de Estatística nos anos finais do ensino fundamental. A pesquisa, de abordagem quanti-qualitativa, inseriu vídeos e conteúdo de multimídia para explicar conceitos como média, moda, mediana, população e amostra, articulando o mundo real e o virtual. Os resultados indicaram que a atividade tornou as aulas mais dinâmicas e colaborativas, despertando curiosidade, motivação e interesse pelo conteúdo. O estudo também discutiu desafios da implementação de tecnologias digitais na escola, como infraestrutura precária, e destacou o papel da escola na alfabetização digital dos estudantes.</p>

Fonte: Dados da Pesquisa (2024)

Quadro 13: Quadro-resumo da dissertação 6

6) Dissertação - 2019
Título: Criação de um aplicativo de Realidade Aumentada para o ensino da Geometria
Autor: Paulo Nelson de Oliveira
Orientador: Dr. Roberto Andreani
Programa: Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica. Mestrado Profissional em Rede, PROFMAT.
<p>Resumo:</p> <p>Oliveira (2019) propôs a criação de um aplicativo de Realidade Aumentada para o ensino de Geometria Espacial, desenvolvido com ferramentas como Unity, Blender e Vuforia. O aplicativo Solid Planning teve como objetivo auxiliar na planificação de sólidos, promovendo criticidade, autonomia e cooperação entre os estudantes. O estudo, realizado com alunos do ensino fundamental e médio, demonstrou que o recurso é de fácil manuseio e pode ser reproduzido por professores e estudantes, evidenciando o potencial pedagógico da RA para o ensino de conceitos geométricos.</p>

Fonte: Dados da Pesquisa (2024)

Quadro 14: Quadro-resumo da dissertação 7

7) Dissertação - 2018
Título: Uso da Realidade Aumentada no ensino da Geometria Espacial
Autor: Elania Hortins Dantas
Orientador: Dr ^a . Luciana Roze de Freitas
Programa: Universidade Estadual da Paraíba, Programa de Pós Graduação em Matemática Mestrado Profissional em Rede Nacional – PROFMAT
Resumo: Dantas (2018) desenvolveu uma proposta didática para o estudo de Geometria Espacial com uso de Realidade Aumentada em turmas do ensino médio. A pesquisa mostrou que os estudantes possuíam conhecimento prévio sobre RA, mas desconheciam sua aplicação na Matemática. Os resultados indicaram que a inserção de tecnologias digitais como recurso didático tornou as aulas mais atrativas e dinâmicas, potencializando a compreensão dos conceitos geométricos.

Fonte: Dados da Pesquisa (2024)

Quadro 15: Quadro-resumo da dissertação 8

8) Dissertação - 2017
Título: Utilização de dispositivos móveis e recursos de Realidade Aumentada nas aulas de Matemática para elucidação dos Sólidos de Platão
Autor: Fernando Oliveira da Silva
Orientador: Dr. Ronaldo Celso Messias Correia
Programa: Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Campus de Presidente Prudente.
Resumo: Silva (2017) analisou o uso de dispositivos móveis e RA no ensino de Matemática, com ênfase nos Sólidos de Platão. A pesquisa envolveu estudantes de ensino médio, licenciandos em Matemática e professores da rede básica. Foram realizadas oficinas nas quais os participantes manipularam sólidos confeccionados em papel cartão e utilizaram o aplicativo ARSolids. A experiência possibilitou a exploração de propriedades como número de arestas, vértices, faces e cálculo de volume, demonstrando o interesse dos alunos por aulas tecnológicas e inovadoras e a importância de alinhar tecnologia e práticas pedagógicas no ensino da Matemática.

A análise dos trabalhos apresentados evidencia um consenso entre os pesquisadores sobre o potencial da Realidade Aumentada como ferramenta para tornar as aulas mais dinâmicas, interativas e significativas, sobretudo no ensino de conteúdos relacionados à Geometria Espacial. Ainda que parte das pesquisas tenha sido conduzida no ensino médio ou em contextos de formação de professores, os resultados demonstram possibilidades concretas de adaptação para os anos finais do ensino fundamental, nível que constitui o foco desta dissertação.

Fonte: Dados da Pesquisa (2024)

Apêndice B: Quadros-resumo dos artigos selecionados em periódicos

Quadro 16: Quadro-resumo do artigo 1 selecionado em Periódicos

1) Artigo - 2022
Título: Uma <i>Beyblade</i> em Realidade Aumentada: suas potencialidades pedagógicas no ensino de Geometria Espacial
Autor(es): Sergio da Costa Nunes; Carla Cristiane Costa.
Periódico: <i>Brazilian Journal of Development</i> – v. 8, n. 2
Resumo: Nunes e Costa (2022) discutem a importância de se trabalhar a habilidade de abstração desde os primeiros anos escolares. O estudo, realizado com estudantes dos anos finais do ensino médio de um Curso Técnico em Informática, apresenta um objeto de aprendizagem em Realidade Aumentada (RA) – um beyblade ² desenvolvido com o software 3Ds Max e visualizado pelo aplicativo Aumentaty. A pesquisa evidencia que a manipulação do objeto em RA permitiu aos estudantes a identificação de figuras planas presentes no sólido e o reconhecimento de suas planificações, favorecendo a compreensão das relações entre Geometria Plana e Espacial.

Fonte: Dados da Pesquisa (2024)

Quadro 17: Quadro-resumo do artigo 2 selecionado em Periódicos

2) Artigo - 2020
Título: A Realidade Aumentada e virtual como métodos de ensino
Autor(es): Mariana Fernandes Xavier Eric Taiki Murakami Ivo Vecelic Neto Paulo RA de Oliveira; Rafael Celeghini Santiago; Cláudia Celeste Celestino.
Periódico: <i>Brazilian Journal of Development</i> – v. 6, n. 12
Resumo: Xavier et al. (2020) analisam o uso de RA e Realidade Virtual (RV) em uma exposição organizada na Universidade Federal do ABC, com foco na divulgação científica na área aeroespacial. A iniciativa, desenvolvida com o software Unity e o sistema Android, possibilitou a visualização

² Beyblade, também conhecida como Bakuten Shoot Beyblade, é uma série de mangá escrita e ilustrada por Takao Aoki. Ela conta as aventuras dos Bladebreakers, uma equipe que participa de batalhas de Beyblade, que é um esporte baseado em uma espécie de pião tradicional japonês.

interativa de modelos tridimensionais e a experiência de um ambiente imersivo. Embora o estudo não tenha como foco exclusivo a Matemática, demonstra como a RA pode ser adaptada para potencializar a compreensão de conceitos espaciais, fortalecendo a interação entre estudantes e conteúdos geométricos.

Fonte: Dados da Pesquisa (2024)

Quadro 18: Quadro-resumo do artigo 3 selecionado em Periódicos

3) Artigo - 2024
Título: Aplicabilidade da Realidade Aumentada no ensino de física
Autor(es): Martiniano Gomes Barros Cirqueira Neto Michelangelo de Carvalho Costa Igor Santos Souza Corrêa Lucas Barros Mota José Miguel Barros de Moraes
Periódico: <i>Brazilian Journal of Development</i> – v. 10, n. 1
Resumo: Cirqueira Neto et al. (2024) exploram o uso da RA como ferramenta para tornar o ensino de Física mais dinâmico e atrativo. O software Zappar foi utilizado para criar experiências interativas que permitiram a visualização de conceitos abstratos, como a trajetória de projéteis e estruturas atômicas. Embora a pesquisa seja centrada na Física, os autores ressaltam que a RA, ao facilitar a compreensão de conceitos tridimensionais, pode ser aplicada de forma interdisciplinar, apoiando a aprendizagem em Geometria Espacial e fortalecendo a visualização de sólidos geométricos.

Fonte: Dados da Pesquisa (2024)

Quadro 19: Quadro-resumo do artigo 4 selecionado em Periódicos

4) Artigo - 2019
Título: GeometriAR: aplicativo educacional com Realidade Aumentada para auxiliar o ensino de sólidos geométricos
Autor(es): Allisson Pierre Lino Gomes; Ricardo Argenton Ramos; Lucas Florêncio de Brito; Michel Ferreira Batista; Brauliro Gonçalves Leal
Periódico: <i>Renote</i> – v. 19, n. 1
Resumo:

Gomes et al. (2019) apresentam o desenvolvimento do aplicativo GeometriAR, projetado para dispositivos Android, visando o ensino de prismas, pirâmides, cilindros, cones e esferas. A pesquisa envolveu entrevistas com professores de Matemática, que avaliaram a ferramenta quanto a aspectos pedagógicos, de usabilidade, de conteúdo e de interface. Os resultados indicaram que o aplicativo contribuiu para o enriquecimento das aulas de Matemática, auxiliando na manipulação virtual de sólidos e na compreensão de suas propriedades, promovendo uma aprendizagem mais significativa em Geometria Espacial.

Fonte: Dados da Pesquisa (2024)

Quadro 20: Quadro-resumo do artigo 5 selecionado em Periódicos

5) Artigo - 2022
Título: O Uso da Realidade Aumentada na Educação Básica Brasileira: um Mapeamento Sistemático
Autor(es): Júlio César da Silva Dantas; Adja Ferreira de Andrade.
Periódico: Renote – v. 20, n. 1
Resumo: Dantas e Andrade (2022) realizaram uma revisão sistemática de publicações brasileiras entre 2008 e 2021 sobre o uso de RA na educação básica. O estudo identificou práticas bem-sucedidas, destacando a RA como recurso que aumenta a motivação dos estudantes, favorece a visualização de fenômenos complexos e proporciona experiências de aprendizagem mais engajadoras. Embora o levantamento abranja diferentes áreas do conhecimento, os achados apontam lacunas específicas na aplicação da RA no ensino de Matemática, especialmente em conteúdos de Geometria Espacial, reforçando a relevância de novas investigações na área.

Fonte: Dados da Pesquisa (2024)

Quadro 21: Quadro-resumo do artigo 6 selecionado em Periódicos

6) Artigo - 2020
Título: Simulação de Circuitos Elétricos em Laboratório Virtual com Realidade Aumentada na Educação Profissional
Autor(es): Marcelo Queres de Oliveira; Victor Gonçalves Gloria Freitas; Bianca Maria Rego Martins.
Periódico: EducaOnline – v. 14, n. 3
Resumo:

Oliveira et al. (2020) descrevem a implementação de um laboratório virtual com RA na Educação Profissional. Foram utilizados os aplicativos Edmodo e PhysicsLab AR para simular circuitos elétricos, oferecendo aos estudantes a possibilidade de manipulação dos recursos em qualquer local e momento. Embora o estudo tenha foco em conteúdos de Física e Educação Profissional, a pesquisa demonstra que a RA, quando associada a metodologias ativas, pode ser integrada a outros campos, incluindo a Geometria Espacial, para favorecer a exploração e visualização de conceitos abstratos.

Fonte: Dados da Pesquisa (2024)

Apêndice C: Quadros-resumo dos artigos selecionados em anais de eventos

Quadro 22: Quadro-resumo do artigo 1 em anais de evento

1) Artigo em Anais - 2022
Título: A utilização integrada da Realidade Aumentada com o software Geogebra na perspectiva da aprendizagem móvel de Geometria Espacial
Autor(es): Silvio Luiz Gomes de Amorim
Evento: XXVI EBRAPEM 2022
Resumo: Amorim (2022b) investigou a integração do software GeoGebra com a Realidade Aumentada (RA) no ensino e aprendizagem de Geometria Espacial. O autor argumenta que a apresentação desse conteúdo apenas por meio de lousa, quadro ou livro limita-se a figuras bidimensionais, exigindo recursos tecnológicos que ampliem a compreensão. O estudo propõe uma tríade composta por Software de Matemática Dinâmica (GeoGebra), Aplicativo de RA e Dispositivo Móvel (smartphone) como elementos potencializadores da aprendizagem matemática. A RA foi destacada por permitir a projeção de sólidos no mundo real, possibilitando aos estudantes visualizarem, manipularem e verificarem as propriedades e teoremas da Geometria Espacial. O conceito de <i>Mobile Learning</i> foi incorporado ao trabalho, enfatizando que a utilização de dispositivos móveis amplia o acesso ao conteúdo em qualquer tempo e espaço, fortalecendo a aprendizagem de maneira autônoma e interativa.

Fonte: Dados da Pesquisa (2024)

Quadro 23: Quadro-resumo do artigo 2 em anais de evento

2) Artigo em Anais - 2023
Título: A Realidade Aumentada como Ferramenta para o Ensino de Matemática: Um Estudo sobre o Uso do Aplicativo Sólidos RA no conteúdo de Prismas nos Anos Finais Ensino Fundamental
Autor(es): Paulo Vitor Frazão Carlos Alberto Ferreira da Silva.
Evento: IV SITEM 2023
Resumo: Frazão e Silva (2023) analisaram o impacto do aplicativo Sólidos RA na aprendizagem de prismas. A pesquisa foi estruturada em duas etapas: um teste diagnóstico inicial para identificar conhecimentos prévios e, em seguida, uma atividade prática com o aplicativo, seguida de novo questionário. Os resultados demonstraram maior engajamento e participação dos alunos durante o uso da tecnologia, evidenciando ganhos significativos na compreensão do conteúdo. Os autores destacam que a RA torna o processo de ensino mais dinâmico e

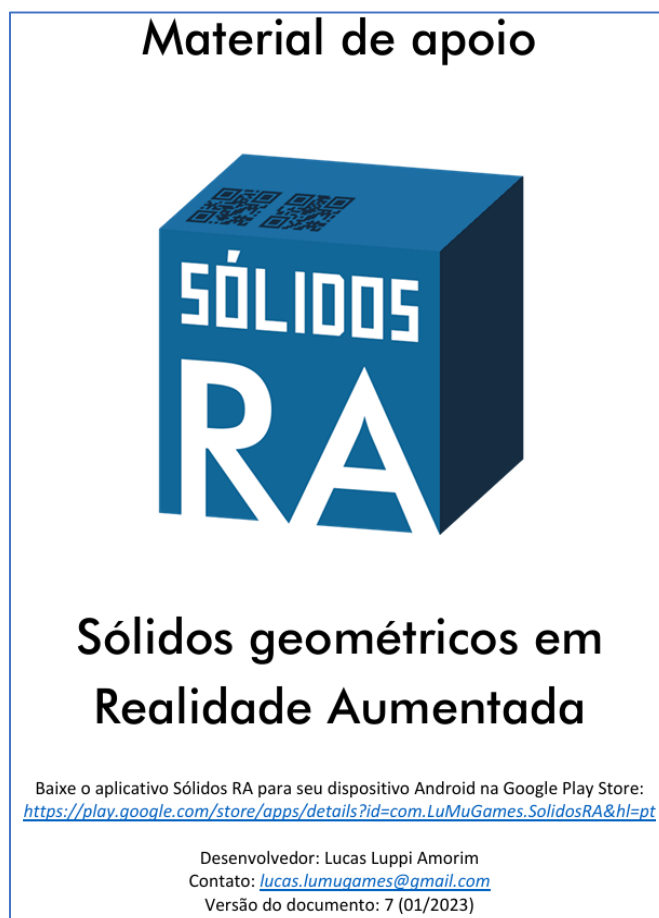
atrativo, favorecendo a visualização tridimensional e promovendo uma aprendizagem significativa.

Fonte: Dados da Pesquisa (2024)

Apêndice D: Material de Apoio

As figuras 10 a 13 apresentam algumas páginas do material de apoio do Sólidos RA. Para tanto o material completo, com todos os QR Codes, está disponível para download a partir da tela inicial, acessada no menu inicial do aplicativo

Figura 10: Imagem do material de apoio, capa do aplicativo Sólidos RA




Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Figura 11: Imagem do módulo de planificação aplicativo Sólidos RA








Fonte: Dados da Pesquisa (2024)

Figura 12: Imagem do módulo de modelagem aplicativo Sólidos RA



3. Módulo de modelagem

Recorte os QR codes nas linhas pontilhadas e use-os para formar novas figuras!



Obs: As ligações entre os vértices das figuras seguirão a ordem das letras. Evite interseções!

Fonte: Dados da Pesquisa (2024)

Figura 13: Imagem do módulo de visualização aplicativo Sólidos RA.



Fonte: Dados da Pesquisa (2024)

Apêndice E: Atividades desenvolvidas com situações de mundo real

1. Atividade: Projeto de Embalagem Sustentável.

Objetivo: Calcular área da superfície e volume para otimizar recursos materiais, usando RA para validação.

Uma empresa de sucos quer reduzir em 20% o material da embalagem (cilindro) mantendo 500ml de volume. Como projetar a nova embalagem?

Explorar com RA:

- a) Escanear o marcador do cilindro;
- b) Ajustar altura e raio no aplicativo para simular a redução;
- c) Validar o volume com a fórmula $V = \pi \cdot r^2 \cdot h$;
- d) Apresentar os cálculos desenvolvidos.

2. Atividade: Análise de estrutura arquitetônica.

Objetivo: Aplicar os conceitos de volume e área da superfície em contexto real.

Um museu quer construir uma réplica da pirâmide de Quéops (altura original: 146m, base quadrada: 230m) com 1/100 de escala. Calcule o volume de concreto necessário e a área a ser pintada.

Explorar com RA:

- a) Escanear o marcador da pirâmide de base quadrada;
- b) Ajustar altura 146m para 1,46m
- c) Validar o volume com a fórmula $V = \frac{Ab \cdot h}{3}$;
- d) Validar a área da superfície para soma das quatro áreas faces triangulares mais a base;
- e) Apresentar os cálculos desenvolvidos.

3. Atividade: Otimização de Logística: Contêineres.

Objetivo: Maximizar o uso de espaços com prismas retangulares, integrando a RA e geometria.

Um navio transporta contêineres retangulares (dimensões: 6m; 2,4m e 2,6m). Qual o volume máximo possível para 10 contêineres? E se forem empilhados em 02 níveis?

Explorar com RA:

- a) Escanear o marcador de paralelepípedo ou bloco retangular;
- b) Ajustar as dimensões para a situação problema
- c) Validar o volume com a fórmula $V = a \cdot b \cdot c$;
- d) Apresentar os cálculos desenvolvidos.

4. Atividade: Geometria Subterrânea: Cálculo de poços artesanais

Objetivo: Calcular o volume para otimizar recursos materiais, usando RA para validação.

Uma comunidade rural no interior de Viamão precisa calcular o volume de terra escavado para um poço cilíndrico cuja profundidade é de 15m e o diâmetro de 2m. Como determinar o custo se cada m³ de terra removida custa R\$ 25,00?

Explorar com RA:

- a) Escanear o marcador do cilindro;
- b) Ajustar as dimensões para a situação problema
- c) Validar o volume com a fórmula $V = \pi \cdot r^2 \cdot h$
- d) Apresentar os cálculos desenvolvidos.








5. Atividade: Design de Aquários: Otimização de Recursos

Um aquário público localizado no centro da cidade de Viamão precisa de um tanque que simula um prisma de base retangular para 10.000 litros. Quais dimensões minimizam a quantidade de vidro utilizado?

Explorar com RA:

- a)** Escanear o marcador de paralelepípedo ou bloco retangular;
- b)** Ajustar as dimensões para a situação problema;
- c)** Validar o volume com a fórmula $V = a \cdot b \cdot c$;
- d)** Lembrar que a cada m^3 equivale a 1.000 litros;
- e)** Apresentar os cálculos desenvolvidos.


Apêndice F: Formulário aplicado aos alunos

**E.M.E.F. MONTE ALEGRE - CAIC**
9º ANOS


Entrevista com os estudantes da turma 93

- Olá! Tudo bem? Gostaríamos de pedir a sua ajuda para participar de uma entrevista sobre o uso de Realidade Aumentada (RA) na aprendizagem de Geometria Espacial. Sua opinião é muito importante para a nossa pesquisa, que tem como objetivo entender como essa tecnologia pode ajudar vocês a aprenderem melhor e de forma mais divertida. A entrevista é rápida e vai nos ajudar a melhorar as aulas de Matemática. Desde já, agradecemos pela sua colaboração!

rsalvex@gmail.com [Mudar de conta](#)

 Não compartilhado

1) Percepções sobre a Realidade Aumentada - RA

a) O que acharam da experiência?

Sua resposta

b) Como se sentiram ao utilizar os aplicativos?

Sua resposta

c) Descreva a sua experiência com a Realidade Aumentada (RA) durante a exploração dos sólidos geométricos, e de que forma essas percepções evoluem de uma reação inicial (curiosidade, frustração, fascínio) para uma avaliação crítica da ferramenta, incluindo sua utilidade, limitações e impacto na autonomia de aprendizagem?

Sua resposta

2) Aprendizagem.

a) O que aprenderam sobre Geometria Espacial?

Sua resposta

b) A RA facilitou a compreensão dos conceitos?

Sua resposta

3) Comparação com métodos tradicionais

a) Qual método preferem?

- ☐ Tradicional - Lousa, livro, caneta e papel
- ☐ Com a utilização da tecnologia, como a RA.
- ☐ Não sei responder.

4) Sugestões

a) O que poderia ser melhorado no aplicativo?

Sua resposta

b) Na aplicação das atividades?

Sua resposta

Voltar

Enviar

Limpar formulário

Apêndice G: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Pesquisador responsável: Daniele Gularte Serrano

Instituição: Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática
Universidade Federal de Pelotas – UFPEL, Pelotas, RS

Telefone: 51 99361 8160 e-mail:
daniele.serrano@edu.viamao.rs.gov.br

Concordo que meu(minha) filho(filha) participe da pesquisa intitulada *O uso da Realidade Aumentada na aprendizagem de Geometria Espacial nos Anos Finais do Ensino Fundamental*. Estou ciente de que meu(minha) filho(a) está sendo convidado(a) a participar voluntariamente da mesma.

PROCEDIMENTOS: Fui informado(a) de que o objetivo geral da pesquisa será: *Como a utilização de aplicativos de RA, como estratégia pedagógica, auxilia na aprendizagem de Geometria Espacial em uma turma do nono ano do Ensino Fundamental* cujos resultados somente serão usados para fins de pesquisa. Estou ciente de que a participação de meu(minha) filho(a) envolverá *responder questionário da pesquisa, participar das aulas e realizar as tarefas solicitadas*.

RISCOS E POSSÍVEIS REAÇÕES: Não há riscos envolvidos. A identidade dos sujeitos da pesquisa será preservada.

BENEFÍCIOS: Como meta da pesquisa, a partir dos resultados obtidos, pretende-se construir uma proposta de metodologia a ser usada na escola por outros professores. Serão beneficiados os alunos, professores, e equipe da direção da escola, todos eles buscando sempre uma solução para minimizar as dificuldades no aprendizado de Matemática.

PARTICIPAÇÃO VOLUNTÁRIA: Como já me foi dito, a participação de meu (minha) filho (a) neste estudo será voluntária e poderá ser interrompida a qualquer momento.

DESPESAS: Eu não terei que pagar por nenhum dos procedimentos, nem receberei compensações financeiras.

CONFIDENCIALIDADE: Estou ciente de que a identidade de meu(minha) filho(a) será preservada e no texto da pesquisa as suas falas estarão relacionadas com um apelido escolhido pela pesquisadora.

CONSENTIMENTO: Recebi claras explicações sobre o estudo, todas registradas neste formulário de consentimento. Os investigadores do estudo responderam e responderão, em qualquer etapa do estudo, a todas as minhas perguntas, até a minha completa satisfação. Portanto, estou de acordo que meu

(minha) filho(a) participe do estudo. Este Formulário de Consentimento *foi assinado por mim e enviado à pesquisadora.*

Nome do
aluno(a): _____

Nome do responsável:

CPF do responsável: _____ DATA: ____ /
____ / _____

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE DO INVESTIGADOR: Expliquei a natureza, objetivos, riscos e benefícios deste estudo. Coloquei-me à disposição para perguntas e as respondi em sua totalidade. O responsável pelo participante compreendeu minha explicação e aceitou, sem imposições, assinar este consentimento. Tenho como compromisso utilizar os dados e o material coletado para a publicação de relatórios e artigos científicos referentes a essa pesquisa. Se o participante tiver alguma dúvida ou preocupação sobre o estudo pode entrar em contato através do meu endereço acima.

ASSINATURA DO PESQUISADOR RESPONSÁVEL:

Apêndice H: Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE)

Pesquisador responsável: Daniele Gularte Serrano

Instituição: Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática
Universidade Federal de Pelotas – UFPEL, Pelotas, RS

Telefone: 51 99361 8160 e-mail:
daniele.serrano@edu.viamao.rs.gov.br

Eu, professora Daniele Gularte Serrano, convido você a participar do estudo *O USO DA REALIDADE AUMENTADA NA APRENDIZAGEM DE GEOMETRIA ESPACIAL NOS ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL*. Informo que seu pai/mãe ou responsável legal permitiu a sua participação. Pretendemos saber se o presente estudo *ao explorar como esses aplicativos de Realidade Aumentada podem ajudar vocês a aprender melhor, tornando as aulas mais interessantes e interativas, e entender quais são os desafios que vocês enfrentam ao aprender sobre Geometria Especial, para descobrir como melhorar o ensino. Verificar se, após usar a tecnologia, vocês conseguem resolver problemas e aplicar os conceitos de Geometria de forma mais fácil e eficiente, comparando o que sabiam antes e depois da utilização do aplicativo. Por fim, o estudo vai analisar se o uso da RA torna as aulas mais divertidas e envolventes, ajudando vocês a se interessar mais pelas atividades e a aprender de forma mais significativa.* Gostaríamos muito de contar com você, mas você não é obrigado a participar e não tem problema se desistir. Foram convidados *todos os alunos da Turma, 93 do 9º ano da escola EMEF Monte Alegre - CAIC. A pesquisa será feita na rua Espírito Santo, 200 - Santa Isabel - Viamão RS*, onde os participantes irão participar durante as aulas de matemática, organizadas pela instituição escolar conforme cronograma escolar.

Não existem riscos na participação, pois trata-se de atividades realizadas em sala de aula com o uso do aplicativo *Sólidos RA* para smartphone.

A sua participação é importante, pois a ideia da pesquisa é que, com os resultados que vamos obter, possamos criar uma forma de ensinar Matemática usando uma metodologia que outros professores da escola possam usar também. Assim, todos ganham: os alunos, os professores e a equipe da direção da escola. O objetivo é sempre buscar maneiras de ajudar vocês a aprenderem Matemática de um jeito mais fácil e divertido, diminuindo as dificuldades que podem aparecer no caminho.

As suas informações ficarão sob sigilo, ninguém saberá que você está participando da pesquisa; não falaremos a outras pessoas, nem daremos a estranhos as informações que você nos der. Os resultados da pesquisa serão publicados e possui o compromisso em utilizar os dados e o material coletado para a publicação de relatórios e artigos científicos referentes a essa pesquisa, mas sem identificar os dados pessoais de cada participante.

CONSENTIMENTO PÓS-INFORMADO:

Eu _____ aceito participar da pesquisa *O USO DA REALIDADE AUMENTADA NA APRENDIZAGEM DE GEOMETRIA ESPACIAL NOS ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL*.

Entendi que posso dizer “sim” e participar, mas que, a qualquer momento, posso dizer “não” e desistir e que ninguém vai ficar com raiva/chateado comigo.

A pesquisadora esclareceu minhas dúvidas e conversou com os meus pais/responsável legal. Recebi uma cópia deste termo de assentimento, li e quero/concordo em participar da pesquisa/estudo.

_____, ____ de _____ de 2025.