



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS
INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

MATHEUS DA CRUZ PEREIRA

IMPACTOS DA REALIDADE AUMENTADA NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM
DE GEOMETRIA ESPACIAL NO ENSINO FUNDAMENTAL

PAU DOS FERROS – RN

2023

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS
INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

MATHEUS DA CRUZ PEREIRA

IMPACTOS DA REALIDADE AUMENTADA NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM
DE GEOMETRIA ESPACIAL NO ENSINO FUNDAMENTAL

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Interdisciplinar
em Ciência e Tecnologia, da
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO
SEMI-ÁRIDO, como requisito parcial para
a Obtenção do grau de Bacharel em
Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia.

Orientador: Msc. PAULO HENRIQUE DAS CHAGAS SILVA

PAU DOS FERROS – RN

2023

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

PP436 Pereira, Matheus da Cruz.
i Impactos da Realidade Aumentada no Processo de
Aprendizagem de Geometria Espacial no Ensino
Fundamental / Matheus da Cruz Pereira. - 2023.
74 f. : il.

Orientador: Paulo Henrique das Chagas Silva.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2023.

1. Realidade Aumentada. 2. Geometria Espacial.
3. Aprendizagem. I. Silva, Paulo Henrique das
Chagas, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Pau dos Ferros
Bibliotecária: Erlanda Maria Lopes da Silva
CRB: 15/966

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

MATHEUS DA CRUZ PEREIRA

IMPACTOS DA REALIDADE AUMENTADA NO PROCESSO DE
APRENDIZAGEM DE GEOMETRIA ESPACIAL NO ENSINO FUNDAMENTAL

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Interdisciplinar
em Ciência e Tecnologia, da
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO
SEMI-ÁRIDO, como requisito parcial
para a obtenção do grau de Bacharel em
Interdisciplinar em Ciência e
Tecnologia.

Pau dos Ferros-RN, 17 de maio de 2023.

BANCA EXAMINADORA



Documento assinado digitalmente

PAULO HENRIQUE DAS CHAGAS SILVA

Data: 24/05/2023 15:23:05-0300

Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Me. Paulo Henrique das Chagas Silva (Orientador)

Universidade Federal Rural do Semi-Árido



Documento assinado digitalmente

MONICA PAULA DE SOUSA MARTINS

Data: 25/05/2023 00:57:15-0300

Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof^a. Ma. Mônica Paula de Sousa Martins

Universidade Federal Rural do Semi-Árido



Documento assinado digitalmente

THATYARA FREIRE DE SOUZA

Data: 24/05/2023 19:05:28-0300

Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof^a. Dra. Thatyara Freire de Souza

Universidade Federal Rural do Semi-Árido

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus professores e colegas por me ajudarem a desenvolver este trabalho.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo investigar os principais impactos da utilização da realidade aumentada como ferramenta de auxílio à aprendizagem de Geometria Espacial com alunos do Ensino Fundamental, considerando que a Geometria Espacial, que é uma área da Matemática, apresenta desafios conceituais, exigindo dos estudantes a compreensão e visualização de formas e propriedades de objetos no espaço tridimensional. e a Realidade Aumentada proporciona uma experiência imersiva e interativa aos alunos. Através dessa tecnologia, os estudantes podem visualizar e manipular objetos geométricos virtuais no mundo real, tornando os conceitos mais tangíveis e facilitando sua compreensão. Assim, o estudo proposto utiliza como metodologia a Engenharia Didática, e propõe a aplicação de uma sequência didática sobre o tema Sólidos Geométricos, aos estudantes do 6º ano do ensino fundamental, da escola E.M.E.I.F José Gualberto de Andrade, localizada no município de Joca Claudino no interior da Paraíba, para investigar tal objetivo. Dessa forma, é observado e analisado os resultados obtidos, verificando a importância da visualização tridimensional na aprendizagem da Geometria Espacial e os benefícios do uso de recursos tecnológicos na educação. Portanto, com base nos resultados das sequências didáticas, dispondo a comparação das dificuldades esperadas em relação ao resultado dos alunos, conclui-se que, a integração entre tecnologia e educação promove uma aprendizagem mais significativa, desperta o interesse dos alunos e prepara-os para lidar de forma mais efetiva com os desafios da Geometria Espacial.

Palavras-chave: Realidade Aumentada; Geometria Espacial; Aprendizagem.

ABSTRACT

This study aims to investigate the main impacts of using augmented reality as a tool to aid the learning of Spatial Geometry in elementary school students. Spatial Geometry is an area of Mathematics that presents conceptual challenges, requiring students to understand and visualize shapes and properties of objects in three-dimensional space. Augmented Reality, on the other hand, provides an immersive and interactive experience for students. Through this technology, students can visualize and manipulate virtual geometric objects in the real world, making the concepts more tangible and facilitating their understanding. The proposed study uses Didactic Engineering as a methodology and proposes the application of a didactic sequence on the topic of Geometric Solids to 6th-grade students at the E.M.E.I.F José Gualberto de Andrade school, located in the municipality of Joca Claudino in the interior of Paraíba, Brazil. In this way, the obtained results are observed and analyzed, verifying the importance of three-dimensional visualization in the learning of Spatial Geometry and the benefits of using technological resources in education. Thus, based on the results of the didactic sequences and comparing the expected difficulties with the students' outcomes, it is concluded that the integration of technology and education promotes more meaningful learning, stimulates students' interest, and prepares them to deal more effectively with the challenges of Spatial Geometry.

Keywords: Augmented Reality; Spatial Geometry; Learning.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 — Realidade aumentada.....	17
Figura 2 — Movimentação de objeto em realidade aumentada	18
Figura 3 — Geometria na Realidade Aumentada.....	19
Figura 4 — Geometria molecular na Realidade Aumentada	20
Figura 5 — Papiro de Moscou.....	22
Figura 6 — Esquematização da Engenharia Didática	26
Figura 7 — Menu do aplicativo.....	28
Figura 8 — Cubo no modo de visualização.....	29
Figura 9 — Formas de visualizações	29
Figura 10 — Cubo no módulo de planificação.....	30
Figura 11 — Prisma pentagonal no módulo de modelagem	30
Figura 12 — Seis objetos primitivos no módulo de criação.....	31
Figura 13 — Módulo Geoplano.	31
Figura 14 — Problema 1	34
Figura 15 — Problema 2	35
Figura 16 — Sólido Geométrico - Problema 1 - Letra A	35
Figura 17 — Sólido Geométrico - Problema 1 - Letra B	36
Figura 18 — Sólido Geométrico - Problema 1 - Letra C.....	36
Figura 19 — Sólido Geométrico - Problema 1 - Letra D.....	37
Figura 20 — Sólido Geométrico - Problema 1 - Letra E	37
Figura 21 — Sólido Geométrico - Problema 1 - Letra F	38
Figura 22 — Problema 3	39
Figura 23 — Sólido Geométrico - Problema 3 - Letra A	40
Figura 24 — Sólido Geométrico - Problema 3 - Letra B	40
Figura 25 — Sólido Geométrico - Problema 3 - Letra C.....	41
Figura 26 — Sólido Geométrico - Problema 3 - Letra D.....	41
Figura 27 — Sólido Geométrico - Problema 3 - Letra E	42
Figura 28 — Problemas finais	43
Figura 29 — Sólido Geométrico - Problema 6.....	44
Figura 30 — Questionário	45
Figura 31 — Localização do local de estudo.....	46
Figura 32 — Explicando sobre a Realidade Aumentada.....	49
Figura 33 — Explicando a Realidade Aumentada na Matemática	49
Figura 34 — Grupos 2D e 3D.....	50
Figura 35 — Explicando o Aplicativo Sólidos RA	51
Figura 36 — Demonstração dos Sólidos da Atividade 1	52
Figura 37 — Explicando sobre as características dos Poliedros.....	53
Figura 38 — Explicando a diferença entre Prisma e Pirâmide	54
Figura 39 — Entrega das Atividades.....	55

Figura 40 — Alunos utilizando o aplicativo.....	56
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

2D	Duas dimensões
3D	Três dimensões
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
EMEIF	Escola Municipal de Ensino Fundamental
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
RA	Realidade Aumentada
TDIC	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA EDUCAÇÃO BÁSICA	13
2.2	REALIDADE AUMENTADA	15
2.2.1	Contexto Histórico	16
2.2.2	Aplicações	16
2.2.3	Aplicações na Educação	18
2.3	GEOMETRIA ESPACIAL	21
2.3.1	Contexto Histórico	21
2.3.2	Dificuldades	22
2.3.3	Conceito de Aprendizagem	23
3	METODOLOGIA	25
3.1	APLICATIVO SÓLIDOS RA	28
4	ANÁLISE A PRIORI	32
4.1	SEQUÊNCIA DIDÁTICA	32
4.1.1	Atividade 1 - Classificação dos Sólidos Geométricos	33
4.1.2	Atividade 2 - Características dos Sólidos Geométricos e sua nomenclatura	38
4.1.3	Atividade 3 - Prismas e pirâmides	42
4.2	QUESTIONÁRIO	44
5	EXPERIMENTAÇÃO	46
6	ANÁLISE A POSTERIORI E VALIDAÇÃO	48
6.1	ATIVIDADE 1 - CLASSIFICAÇÃO DOS SÓLIDOS GEOMÉTRICOS	48
6.2	ATIVIDADE 2 - CARACTERÍSTICAS DOS SÓLIDOS GEOMÉTRICOS E SUA NOMENCLATURA	53
6.3	ATIVIDADE 3 - PRISMAS E PIRÂMIDES	57
6.4	QUESTIONÁRIO	59
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	61
	REFERÊNCIAS	63
	ANEXO A — Termo de Consentimento	68
	ANEXO B — Termo de assentimento	71

1 INTRODUÇÃO

Com o contínuo avanço da tecnologia, de acordo com os relatos de Santos (2015) as crianças ficam cada vez mais imersas em contextos digitais, além de utilizá-los em diversos aspectos de suas vidas, desde aprendizados até no lazer. Desse modo, as novas tecnologias estão sendo desenvolvidas para facilitar o manejo de objetos virtuais no ambiente do usuário (TORI; KIRNER; SISCOUTO, 2006).

Dentre as Tecnologias Computacionais, se tem a Realidade Aumentada, que é o enriquecimento do ambiente físico com objetos virtuais, transportando o ambiente cibernético para o espaço real, possibilitando a interação com o mundo virtual de forma mais natural e sem a necessidade de treinamento ou adaptação.

Diante desse cenário, surge a necessidade de investigar o potencial uso dessa tecnologia no âmbito da educação e seus possíveis impactos na forma de ensinar determinados conteúdos, um exemplo é o da Geometria Espacial, uma área da matemática que estuda as formas e as propriedades dos objetos no espaço tridimensional. (SILVA; SANTOS, 2021).

Assim, em virtude da sua natureza abstrata, ela frequentemente apresenta dificuldades para os estudantes compreenderem e visualizarem os conceitos envolvidos, então, introduzir a Realidade Aumentada como recurso pedagógico pode ser uma alternativa promissora para superar essas dificuldades, proporcionando uma experiência imersiva, interativa e dinâmica aos alunos (ZORZAL; KIRNER, 2005).

Segundo Zorzal *et al* (2008, p.9) “A Realidade Aumentada é uma tecnologia em expansão, com vasto campo de exploração, contribuindo de maneira significativa na área educacional.”.

Contudo, algumas escolas não conseguem se estruturar e acompanhar o avanço da tecnologia com a mesma velocidade que ela impacta na sociedade, sendo assim, um dos obstáculos para o educador atual é despertar o interesse dos alunos pelos conteúdos curriculares.

Portanto, a Realidade Aumenta é uma tecnologia não largamente usada, mas a sua utilização está cada vez mais comum no dia a dia, seja em jogos, câmeras e aplicativos de celulares. Porém, como toda tecnologia em alta, devemos avaliar o seu potencial uso no âmbito da educação e como ela pode afetar a forma de ensinar determinado conteúdo.

Logo, a partir dos apontamentos apresentados, temos a seguinte questão norteadora: Quais são os principais impactos da Realidade Aumentada como ferramenta de auxílio a aprendizagem de Geometria Espacial em alunos do Ensino Fundamental?

Então, o presente trabalho busca discutir sobre Realidade Aumentada no contexto do Ensino Fundamental como ferramenta pedagógica, proporcionando subsídios para o aprimoramento das práticas de ensino e a promoção de uma aprendizagem mais significativa e envolvente no campo da Geometria Espacial, em que a utilização de representações gráficas nas salas de aula dos anos iniciais do ensino fundamental pode motivar o aluno a observar com mais atenção o conteúdo e aprimorar a sua habilidade de visualização (KALEFF, 2015).

Assim, é analisado como essa tecnologia pode contribuir para a compreensão dos conceitos espaciais, o engajamento dos estudantes e o desenvolvimento de habilidades cognitivas relacionadas à visualização e à resolução de problemas geométricos.

Com base nisso, a pesquisa tem como objetivo geral investigar os principais impactos da utilização da realidade aumentada como ferramenta de auxílio à aprendizagem de Geometria Espacial em alunos do Ensino Fundamental, e os objetivos específicos de: Conceituar o processo de aprendizagem; apresentar o conceito de Realidade Aumentada; discutir o potencial uso como ferramenta didática e analisar os seus impactos no aprendizado dos alunos. Dessa forma, esta pesquisa está dividida em 7 capítulos, sendo eles:

- Capítulo 1: É onde, inicia-se o assunto da pesquisa, o qual verifica a sua relevância, e é apontado os objetivos, a problemática e a justificativa;
- Capítulo 2: Aborda o contexto da tecnologia no ensino, da realidade aumentada e suas aplicações - principalmente na educação, e também sobre a geometria espacial e seus conceitos;
- Capítulo 3: É descrito a metodologia aplicada, que foi a Engenharia Didática e o uso do aplicativo Sólidos RA;
- Capítulo 4: É realizada a análise de como será aplicado a pesquisa, e o que se esperar dela;
- Capítulo 5: Relata o local de estudo, suas características e em que meio foi aplicado;

- Capítulo 6: É como foi aplicado a pesquisa, coletando os resultados e comparado com a análise do capítulo 4 para identificar foi como esperado;
- Capítulo 7: A conclusão do trabalho, e compreensão se os objetivos foram alcançados, se o uso da metodologia escolhida foi assertivo para esse modelo de pesquisa, e o desfecho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA EDUCAÇÃO BÁSICA

As Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) ganharam destaque em inúmeras áreas profissionais e educacionais, estando mais presentes nas mais diversas atividades, desde as mais simples às mais complexas. O avanço da ciência e da tecnologia são essenciais no desenvolvimento desse processo.

Citando Marx e Engels (1999), a evolução faz parte da relação dos seres humanos com a natureza; quando modificamos a natureza, também somos transformados.

A tecnologia da informação e da comunicação está obtendo adesão de diversos setores e seguimentos profissionais, e auxilia em diversos aspectos, como a implantação de sistemas que automatizam tarefas, sistemas de tomada de decisão, softwares que prevê o tempo e a economia, softwares que auxiliam na realização de exames e cirurgias, entre outros que impulsionam a demanda crescente por conhecimentos informáticos em diversas áreas (COSTA, 2020).

Além dos seguimentos profissionais, os campos sociais e educacionais também estão sendo muito beneficiados por esta tecnologia, já que, devido ao aumento da demanda por conhecimentos relacionados ao ambiente digital, o ensino do uso de tecnologias digitais foi incluído no currículo vigente da Educação Básica, representado pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2017).

A Cultura Digital no ambiente escolar se tornou uma das dez competências gerais que os alunos devem desenvolver dentro do ambiente escolar. A quinta competência da BNCC entende que a tecnologia pode ser utilizada com ética e criticidade para obter e produzir informação, fornecendo uma maior exploração destas ferramentas digitais no ambiente educacional, objetivando:

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. (BRASIL, 2017, p. 7).

A alfabetização digital faz parte desse processo de inserção da tecnologia na vida acadêmica e não se trata apenas de um aprendizado cotidiano, a operação da TDIC no ambiente escolar deve estar alinhada com os objetivos de ensino e fornecer os conhecimentos necessários para os alunos operarem os computadores e terem o acesso adequado à internet, indo além dela, já que:

A alfabetização digital pressupõe apenas habilidades básicas para o uso de computadores e da Internet. As pessoas que evidenciam tais habilidades usam, tipicamente, os recursos das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na qualidade de consumidores, ficando a autoria ou a produção de informação confinada à geração de comunicação interpessoal (correio eletrônico, mensagens instantâneas etc.) (TAROUÇO, 2019, p. 34).

E, segundo a visão de Tarouco (2019), fazer utilização da internet, de forma básica, não é o suficiente para gerar um conhecimento de forma eficaz. Portanto, é imprescindível que os indivíduos alcancem um nível de fluência digital.

Assim como, de acordo com o CSTB (1999), a expressão "Fluência Digital" foi criada pela *Computer Science and Telecommunications*, como uma alternativa ao conceito de alfabetização digital, o qual busca enfatizar, que além de simplesmente saber usar a tecnologia, a fluência digital capacita os indivíduos a reestruturar conhecimentos, a expressar-se de forma criativa e produzir informações de modo significativo.

As tecnologias, principalmente através das redes sociais e o ambiente da internet, têm seu foco muito centrado no consumo, e é necessário que os alunos e os professores sejam capazes de saber manusearem essa ferramenta para fins educacionais, reforçando a necessidade dessa fluência digital. Ou seja, não é apenas sobre usar e explorar as TDIC, mas compreender a finalidade de suas ferramentas e as usá-las adequadamente, de forma crítica e reflexiva.

Outrossim, de acordo com Brackmann (2017), a junção do pensamento crítico com os princípios da computação, estabelece uma abordagem metodológica para solucionar os problemas, assim, representando uma forma distinta de pensar o que incorpora conceitos fundamentais da Ciência da Computação.

O Pensamento Computacional também é um tópico muito discutido acerca da inserção das TDIC no ambiente de ensino; é capaz de fornecer para a formação da Educação Básica, um progresso no processo de desenvolvimento do pensamento intelectual dos alunos, levando em consideração que este conceito defende que o ensino em conjunto com as ferramentas digitais tem como objetivo:

"[...] ampliar o pensamento lógico, [...] os processos de pensamento, raciocínio organizado para análise de situações diversas, o que colabora, amplamente, para o desenvolvimento de capacidades intelectuais que podem ser aplicadas em qualquer área da vida" (COSTA, 2020, p. 75).

Principalmente do período de 2019 para cá, a inserção das TDIC no campo do ensino foi cada vez mais abraçada e utilizada. Devido à necessidade da reclusão pela pandemia do COVID-19, professores e alunos se viram na necessidade de utilizar tais ferramentas digitais para continuar o processo de desenvolvimento educacional, ampliando ainda mais os usos possíveis dessas ferramentas para a educação.

Sendo assim, entendemos que o uso das tecnologias propõe um aprendizado mais significativo, modificando o modo no qual o conhecimento é compartilhado entre professores e alunos no ambiente de sala de aula (PRENSKY, 2012).

2.2 REALIDADE AUMENTADA

Com a evolução dos recursos computacionais, as expressões da realidade começaram a acontecer “para além da tela do monitor”, quando o ser humano passou a agregar componentes virtuais ao mundo real (LOPES et al, p.4 apud TORI; KIRNER; SISCOUTO, 2006).

Em complemento a esta afirmativa, podemos citar Azuma *et al* (2001), que descreve o uso da realidade aumentada como uma ferramenta capaz de complementar o mundo real com componentes virtuais, tornando possível que determinados objetos físicos reais e objetos virtuais sejam capazes de coexistir no mesmo espaço do mundo real.

O mesmo autor determina que um sistema de realidade aumentada (RA) deve possuir três propriedades: combinar objetos reais e virtuais no ambiente real; ser interativo em tempo real e alinhar objetos reais e virtuais uns com os outros, colocando-os no mesmo plano. (AZUMA *et al*, 2001).

2.2.1 Contexto Histórico

A necessidade de representar a realidade através de elementos artísticos, como teatro, pinturas, cinemas, entre outras, acompanha a humanidade desde seus primórdios, em vista que podemos observar as pinturas nas cavernas ou os escritos egípcios, por exemplo. Com o uso do computador, estas representações passaram a ocorrer de forma virtual, através de recursos multimídia como vídeos, jogos, animações etc. (LOPES, 2019).

A realidade aumentada (RA), surgiu a partir da segunda geração da web (web 2.0), a partir do século XXI, acompanhando a evolução tecnológica que veio se aprimorando. De acordo com Kirner e Tori (2006), a realidade aumentada é uma tecnologia que permite misturar objetos virtuais ao mundo real, utilizando técnicas de visão computacional. Os seus tipos de sistemas são divididos em quatro modelos, sendo estes: sistema de visão ótica direta, sistema de visão direta por vídeo, sistema de visão por vídeo baseado em monitor e sistema de visão ótica por projeção.

A história do desenvolvimento da RA ainda se encontra em fase de evolução. Ainda assim, apesar de ser uma ferramenta consideravelmente nova, já é bastante utilizada e aplicada em diversos setores, desde profissionais, de lazer, e no setor educacional.

2.2.2 Aplicações

O avanço multimídia e da realidade virtual forneceu aos computadores, agora mais evoluídos, a integração da interação em tempo real da realidade e de ambientes virtuais, gerando uma interação entre eles. De acordo com Kirner e Tori (2006), a RA, enriquecendo o ambiente físico com objetos virtuais, beneficiou-se desse progresso, tornando viável aplicações dessa tecnologia tanto em plataformas sofisticadas quanto em plataformas populares.

A realidade virtual tem a capacidade de transportar o usuário para dentro do ambiente virtual, já a realidade aumentada, faz o oposto, mantém o usuário no seu ambiente físico, mas é capaz de transportar o ambiente virtual para esse espaço, permitindo uma interação com o mundo virtual sem uma necessidade de adaptação ou treino para isso.

Podemos melhor definir a realidade aumentada do seguinte modo:

É a mistura de mundos reais e virtuais em algum ponto da realidade/virtualidade contínua que conecta ambientes completamente reais a ambientes completamente virtuais. (Kirner e Siscoutto, 2007, p. 10 apud MILGRAN, 1994).

A sua aplicação pode, por exemplo, permitir que um objeto seja colocado em uma mesa do seu ambiente real, ou que um molde da planta de uma casa seja melhor visualizado com um aspecto tridimensional, como mostra a figura 1 abaixo:

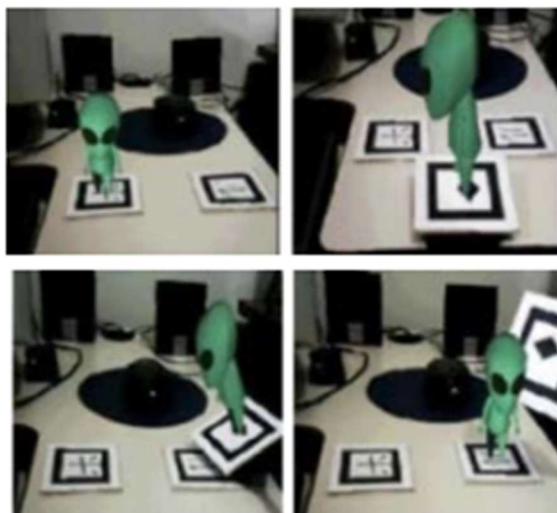
Figura 1 — Realidade aumentada



Fonte: Estrutura de comunicação. Como a realidade aumentada pode interagir com a comunicação (estruturadecomunicacao.com.br), 2020.

Essa aplicação auxilia o desenvolvimento mais dinâmico de projetos, comunicação entre consumidor e fornecedor e também auxilia no processo educacional. Podendo ter seu uso expandido para o humor, lazer, jogos, entre outros.

Figura 2 — Movimentação de objeto em realidade aumentada



Fonte: KINER; TORI, 2006.

Essas ferramentas de aplicação da realidade aumentada auxiliam na comunicação das pessoas, já que se consegue esclarecer de maneira gráfica as ideias, trazendo maior dinâmica no processo de idealização, desenvolvimento, interação e informação.

Porém, para tal aplicação são necessários os marcadores de identificação. De acordo com Cardoso, et al (2014), os marcadores de identificação são símbolos previamente cadastradas no sistema de RA que, ao serem impressas e inseridas fisicamente diante de uma câmera, possibilitarão a comunicação desta com o software responsável por apresentar imagens em 3D e/ou 2D para o usuário.

2.2.3 Aplicações na Educação

A inserção da RA na educação é cada vez mais comum e cada vez mais utilizada como uma ferramenta tecnológica no ambiente de estudo. De acordo com Lopes (2019), diversos estudos comprovam que sua utilização traz contribuições para a percepção e motivação dos usuários em diversas atividades no contexto educacional, auxiliando na aprendizagem em diversas áreas do conhecimento.

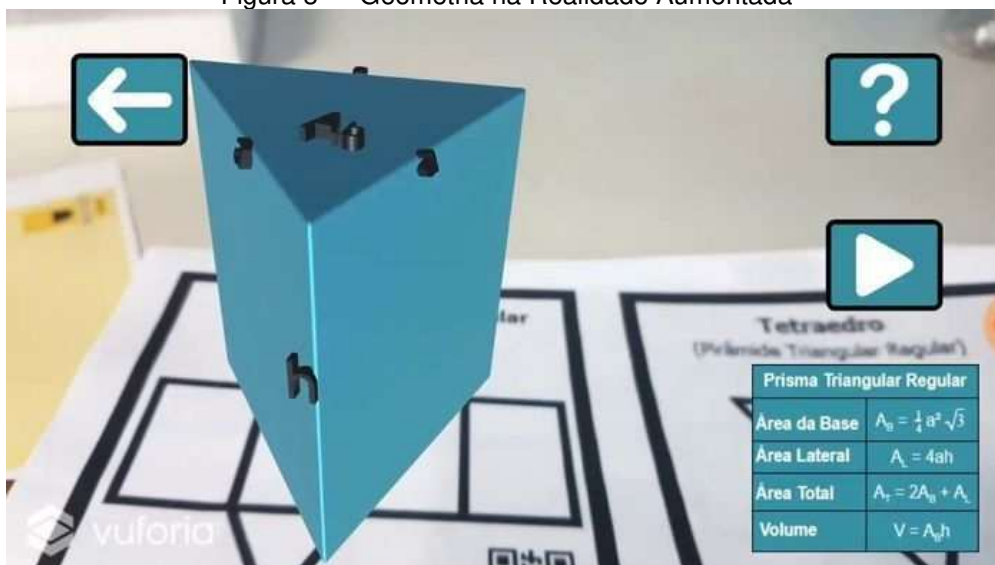
A interatividade fornecida pelo uso da RA é capaz de aprimorar consideravelmente o aprendizado, colaborando para o interesse e desempenho, além de auxiliar a fixação do conteúdo para o aluno. A possibilidade de desenvolver os próprios projetos com o uso da RA também colabora para o desempenho estudantil.

Além disso, o uso dessa ferramenta é capaz de permitir experiências dentro e fora da sala de aula, estimulando os alunos a interagirem e explorarem os ambientes, aprendendo a trabalhar colaborativamente na resolução de seus problemas (BILLINGHURST; DUENSER, 2012).

Sendo assim, é na aplicação da RA como método de ensino, que “o teórico é aplicado de maneira prática, e os resultados, que anteriormente eram obtidos no papel, poderão ser visualizados por meio de movimentos e imagens.” (CARDOSO, et. al., 2014, p. 331).

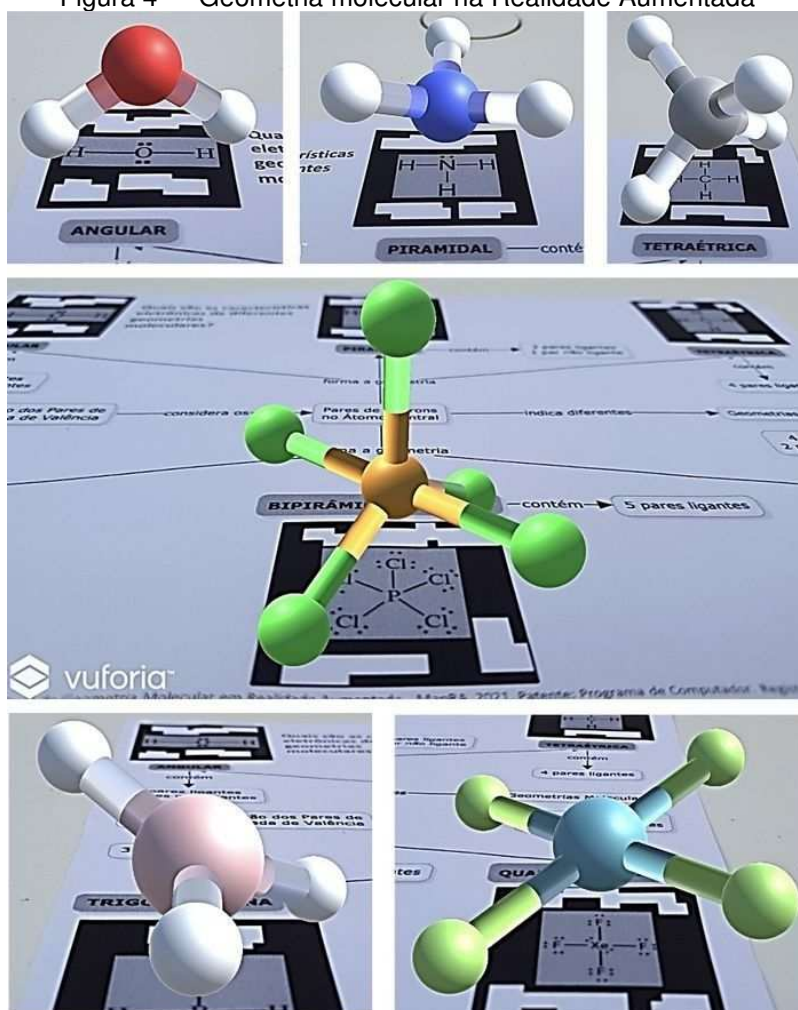
Podemos utilizar o ensino de geometria espacial e molecular como exemplo para esclarecer os benefícios que conseguir visualizar os conceitos estudados pode trazer para o aprendizado do aluno, pois muitas vezes um desenho no papel não nos permite observar todas as camadas de um objeto geométrico ou as moléculas de determinada fórmula, como mostram as figuras 3 e 4 abaixo:

Figura 3 — Geometria na Realidade Aumentada



Fonte: *Geometricar app android* que ensina geometria usando realidade aumentada - YouTube, 2019.
Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=UJADhZuDoyU>. Acesso em: abril de 2023.

Figura 4 — Geometria molecular na Realidade Aumentada



Fonte: Pesquisadores da USP desenvolvem aplicativo mobile de realidade aumentada para ensinar geometria molecular | Escola de Artes, Ciências e Humanidades, 2022.

De acordo com Rodrigues et al. (2010), o funcionamento desta aplicação se restringe na capturar de uma imagem por meio de uma câmera, e após a identificação de um código previamente conhecido (marcadores), se renderiza os objetos virtuais que se deseja exibir.

No estudo realizado por Cardoso, et. al. (2014), os resultados obtidos da aplicação da Realidade Aumentada como método de ensino, foi determinado que, para o professor, a aplicação do recurso como ferramenta didático-pedagógico facilitou a explanação do conteúdo, permitindo demonstrar os componentes e seus detalhes, não precisando os ter em sala de aula. E quanto os alunos, foi observado que estes demonstraram motivados com a possibilidade de interatividade e com a facilidade de uso da ferramenta.

Apesar de ser um único exemplo, este reflete em diversos outros estudos e aplicações prática, mostrando que a alternativa da inserção da RA no ensino pode ser eficaz.

2.3 GEOMETRIA ESPACIAL

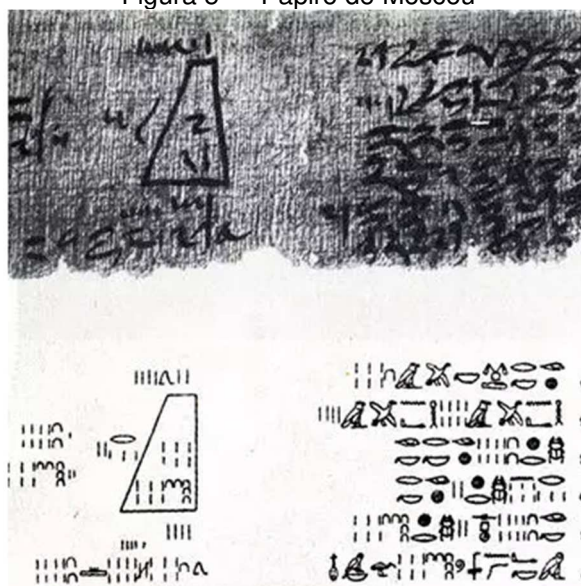
Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) para o Ensino Médio apresentam vagamente os objetivos da Geometria Espacial, se referindo à importância de serem estudados certos conceitos para que o aluno seja introduzido aos quesitos tridimensionais, os relacionando com processos cotidianos e práticos, mas não explicita quais são esses conteúdos mais adequados para cada situação e nem a forma de introdução.

Apesar disso, a Base Nacional Comum Curricular-BNCC (BRASIL, 2018), aponta para a importância de os conceitos geométricos constituírem o currículo de Matemática, uma vez que o desenvolvimento do pensamento geométrico propicia ao estudante um tipo de visão e entendimento, que lhe fornece a compreensão de maneira organizada do mundo em que vive.

2.3.1 Contexto Histórico

O Papiro de Moscou (Figura 5) e o Papiro de Rhind marcam o início da história da geometria espacial, sendo o primeiro o que fundamentou os estudos acerca da geometria espacial.

Figura 5 — Papiro de Moscou



Fonte: Caiusca, 2018.

Estudos de outras etnias antigas, como o Grego Euclides (323 - 283 a.C.), apresentou complemento no embasamento da trigonometria; porém, representado por formas geométricas. Mas apenas no renascimento os estudos da geometria espacial voltaram a ser desenvolvidos, por nomes como Leonardo Fibonacci (1170 - 1250).

2.3.2 Dificuldades

Uma das maiores dificuldades apontadas por estudos acerca do ensino da geometria espacial, de acordo com Vidaletti (2009), se dá, majoritariamente, à dificuldade de visualizar a terceira dimensão das formas geométricas espaciais, o qual, dificulta que o trabalho, dessas formas, seja feito da maneira correta.

Ainda de acordo com a autora, os alunos apresentam dificuldades acerca de correlacionar os temas e figuras trabalhadas na realização de práticas com outras matérias e situações cotidianas.

No contexto educacional, a forma pela qual os conceitos geométricos são explorados e desenvolvidos implicam no desenvolvimento de uma aversão pela Geometria (MISKULIN, 1994). A Geometria é praticamente excluída do currículo escolar ou, em alguns casos restritos, é desenvolvida de uma forma muito mais formal

e, por isso, devemos ressaltar seu papel no aprendizado matemático, o que não significa minimizar o da Álgebra (PAVANELLO, 2004).

Devemos também considerar as dificuldades dos professores de ensinar tal conteúdo, já que, as dificuldades sociológicas definidas por Arcavi (2003) podem ser associadas à frase “visual é difícil de ensinar”, isto é, muitos professores podem sentir que as representações analíticas, que são de natureza sequencial, parecem ser mais pedagogicamente apropriadas e eficientes no ensino.

[...] os alunos têm amplas dificuldades, primeiramente com relação à visualização e representação, pois reconhecem poucos conceitos da geometria básica e, por conseguinte da geometria espacial. Também apresentam problemas de percepção das relações existentes entre os objetos de identificação das propriedades das figuras que formam os sólidos, dentre outros conceitos (ROGENSKI; PEDROSO, 2009, p. 5)

De acordo com as dificuldades culturais, sociológicas, a maior dificuldade do ensino da geometria espacial, tanto para os professores quanto para os alunos, diz respeito a dificuldade em visualizar as três dimensões e esclarecer o que o conteúdo quer transmitir.

2.3.3 Conceito de Aprendizagem

A aprendizagem da geometria espacial é embasada na representação de imagens, podendo ser utilizado diversos aspectos, estes que são cada vez mais inovadores e imersivos, atuando diretamente com a tecnologia. Antes as figuras apenas representadas por desenhos no papel estão sendo exemplificadas através de computadores, smartphones, jogos e realidade aumentada para favorecer o desempenho dos alunos.

Apesar de uma área extremamente relevante no estudo da matemática, o estudo da geometria como um todo, ainda é uma área carente de investigação.

E onde os resultados de estudos empíricos podem, e devem, imperiosamente, ser acolhidos, no sentido de uma compreensão mais

aprofundada da forma como se desenvolve o pensamento geométrico dos alunos, desde os níveis mais básicos de escolaridade aos mais avançados, assim como das implicações didáticas emergentes (RODRIGUES; BERNARDO, 2011, p. 339).

Sendo assim, apesar de não muito explorada, a geometria espacial necessita de uma aprendizagem significativa, que de acordo com Ausubel (2000), é o processo por meio do qual uma nova informação recebida pelo sujeito se relacione com um aspecto relevante da sua estrutura cognitiva. Para que essa aprendizagem seja realizada em sala de aula, o professor pode propor situações que favoreçam a ativação dos conhecimentos prévios dos estudantes acerca do material a ser estudado. Como por exemplo, a inserção de tecnologias na prática de ensino.

3 METODOLOGIA

O presente estudo consiste em uma pesquisa aplicada, de caráter exploratório que:

"[...] têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses. Pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições" (GIL, 2002, p. 41).

Visa identificar os principais impactos da realidade aumentada como ferramenta de auxílio na aprendizagem de Geometria Espacial no Ensino Fundamental, através da aplicação de uma Sequência Didática em uma turma do 6º Ano do Ensino Fundamental de uma escola municipal localizada no município de Joca Claudino no interior da Paraíba.

Segundo Zabala (1998, p. 18), Sequência Didática é:

"[...] um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos. [...] são instrumentos que permitem incluir as três fases de toda intervenção reflexiva: planejamento, aplicação e avaliação".

Nesse sentido, os resultados serão apresentados de forma qualitativa; na qual, a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significado são fundamentais para o processo desse tipo de pesquisa.

Caracteriza-se, portanto, como descritivo, detalhando o contexto, os fatos ocorridos, as falas e depoimentos dos envolvidos na investigação. O pesquisador é uma ferramenta importante porque o ambiente investigado é a fonte direta de dados e está diretamente envolvido no processo de investigação, onde os dados são coletados e o que é coletado é analisado. Os pesquisadores tendem a analisar os dados qualitativos, de maneira que o processo e sua importância são centrais para a abordagem (LÜDKE; ANDRÉ, 1986).

Foram empregados métodos complementares na coleta de dados como, por exemplo: a aplicação de atividades com auxílio do aplicativo de Realidade Aumentada

após uma breve explicação sobre o conteúdo, Sólidos Geométricos. Dessa forma, destacamos como formas de registro: as folhas com as soluções dos alunos, fotografias dos momentos e questionários com os alunos a respeito das atividades realizadas.

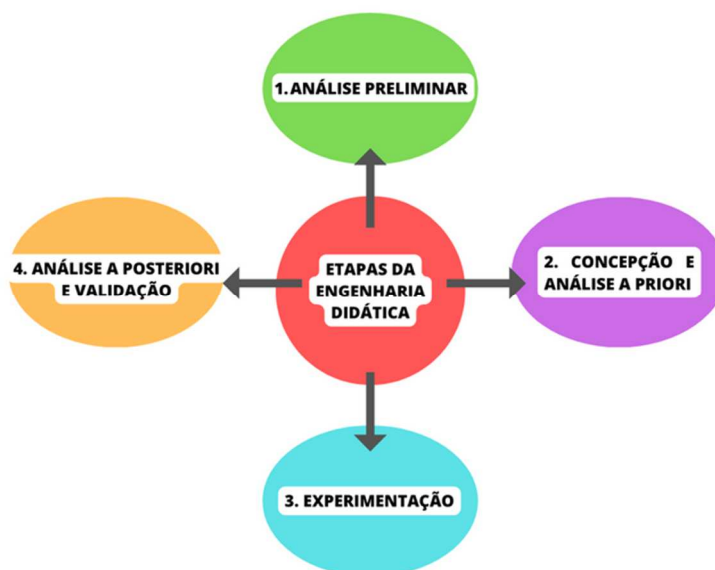
Além de uma abordagem qualitativa, optou-se como Metodologia Científica a Engenharia Didática. É uma das abordagens didáticas matemáticas que se caracteriza como uma forma especial de organizar os métodos de pesquisa desenvolvidos em sala de aula sem ser especificamente atribuído à teoria da aprendizagem (PRADO; ALLEVATO, 2010).

Na Engenharia Didática, o trabalho de um pesquisador é comparado ao de um engenheiro que idealiza, refina e executa um projeto. Baseia-se na observação e análise dos resultados didáticos da sala de aula: conceitos, práticas e sequências de ensino (ARTIGUE, 1996).

Para Artigue (1996), a Engenharia Didática também nos permite enfrentar problemas práticos que não têm teoria prévia, com base nisso, a metodologia relatada, perpassa quatro fases (Figura 6) em que:

- 1ª fase, análise preliminar,
- 2ª fase, concepção e análise a priori,
- 3ª fase, experimentação e
- 4ª e última fase, análise a posteriori e validação.

Figura 6 — Esquematização da Engenharia Didática



Fonte: BRUM; SCHUHMACHER, 2013.

Na 1ª fase (análise preliminar), tudo relacionado ao assunto matemático que está sendo estudado é interrogado. São tidos em conta o enquadramento teórico didático geral e os conhecimentos didáticos já adquiridos para a respectiva disciplina. Analisam-se a necessidade dos conteúdos abastecidos pelo ensino, como tem se desenvolvido o ensino atual da disciplina, seus efeitos, as criações e as dificuldades dos alunos bem como os entraves didático-pedagógicos do processo ensino-aprendizagem.

Na 2ª fase (concepção e análise a priori), cada escolha feita pelo pesquisador deve ser descrita na idealização das sequências didáticas, as características e motivos dessas escolhas. Analisamos o que estará em jogo na situação para o aluno decorrente das possibilidades de ação, escolha, decisão, controle e validação que este aluno terá durante o experimento, ou seja, ao realizar as atividades que compõem as sequências didáticas elaboradas.

Nesta fase, os objetivos e condições da realização da pesquisa devem ser registrados, assim como, a população de alunos, o estabelecimento do contrato didático e a aplicação das ferramentas de pesquisa.

Na 3ª fase (experimentação) acontece a aplicação das sequências didáticas e são assistidas as atitudes e produções dos alunos. Inicia-se a partir do momento em que o pesquisador entra em contato com a população estudantil participante da pesquisa. Os dados são coletados por meio de relatórios, questionários, notas do investigador, entrevistas, gravações de áudio ou vídeo e outros recursos. O registro das observações feitas deve ser minucioso.

Nessa fase, para a resolução das sequências didáticas, será utilizado o aplicativo Sólidos RA, para podermos analisar como os alunos irão se comportar ao utilizar a Realidade Aumentada como uma ferramenta de auxílio na resolução das questões.

Na 4ª fase (análise a posteriori e validação), os trabalhos dos alunos são analisados. São feitas observações do comportamento dos alunos durante a execução das sequências didáticas e todas as observações são coletadas e registradas. Acontece o confronto da análise a priori e da análise a posteriori, buscando refutar ou validar as hipóteses levantadas. É neste confronto que a metodologia da Engenharia Didática se distingue de outras metodologias no campo

da Didática e se justifica a sua utilização em detrimento de outras formas de investigação.

3.1 APLICATIVO SÓLIDOS RA

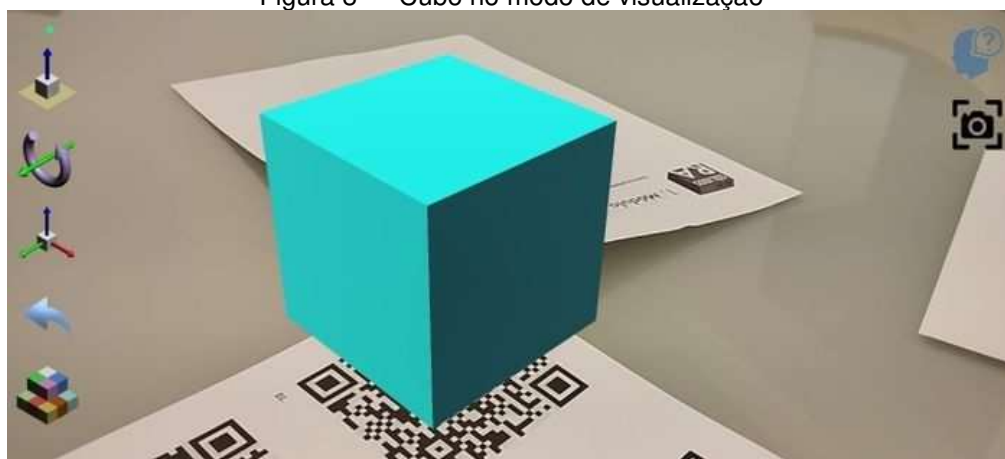
O Sólidos RA é um aplicativo que foi desenvolvido para ensino da geometria com realidade aumentada. Com ele é possível visualizar e manipular sólidos geométricos a partir da leitura de QR *codes* por smartphones e tablets. O aplicativo dispõe os QR *codes* na tela de informações do aplicativo, basta baixar e imprimir para efetuar a leitura. O aplicativo possui cinco módulos: Visualização, Planificação, Criação, Modelagem e Geoplano (Figura 7).



Fonte: Autor, 2023.

No módulo de Visualização (Figura 8), estão disponíveis para o usuário 42 sólidos geométricos para visualização e interação. Sendo possível também, mudar a altura em que os sólidos estão sendo apresentados em relação ao QR code, rotacionar e escalonar os objetos, tocando a tela com os dedos e realizando os gestos necessários para realizar cada transformação.

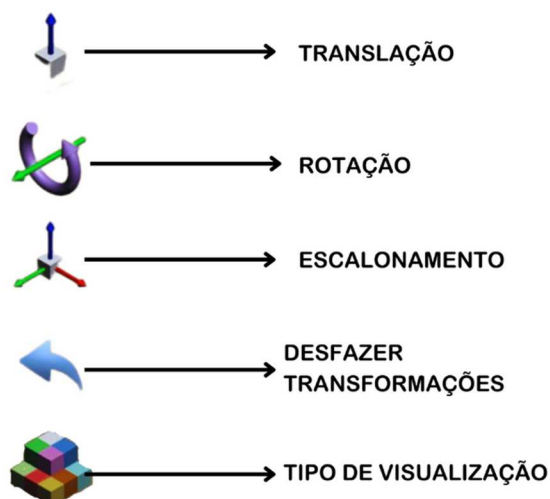
Figura 8 — Cubo no modo de visualização



Fonte: Autor, 2023.

O usuário pode visualizar os sólidos geométricos de várias maneiras (Figura 9), exibindo ou não as arestas e vértices, tornando as faces opacas ou transparentes.

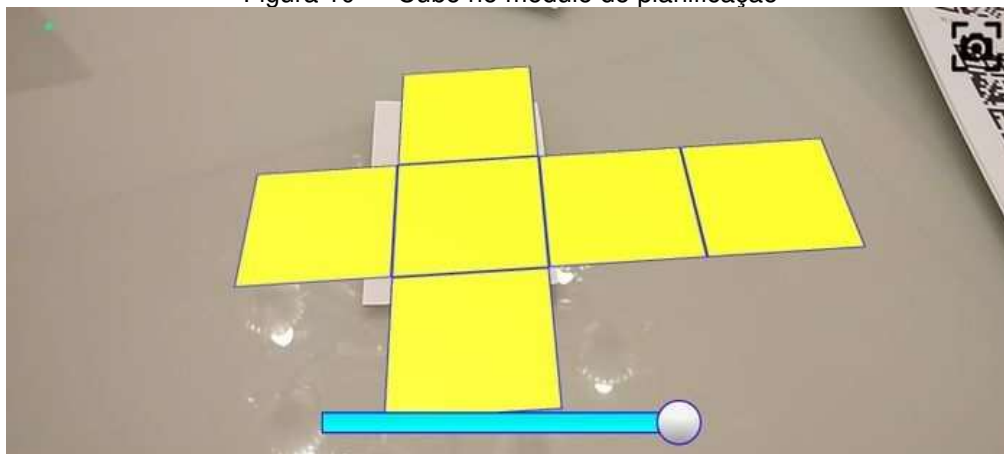
Figura 9 — Formas de visualizações



Fonte: Autor, 2023.

No módulo de Planificação (Figura 10), estão disponíveis para o usuário 6 sólidos geométricos com animação de planificação interativa, que é ativada ao tocar a tela com o dedo manipulando um controle deslizante.

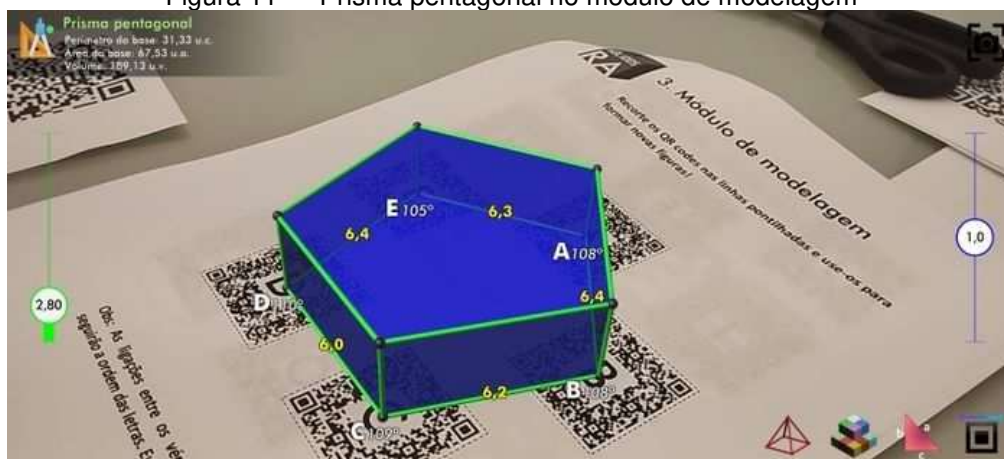
Figura 10 — Cubo no módulo de planificação



Fonte: Autor, 2023.

No módulo de Modelagem (Figura 11), pode ser utilizado vários QR codes para modelar figuras geométricas, desde figuras bidimensionais como circunferências e polígonos, a objetos tridimensionais como prismas, cones e pirâmides.

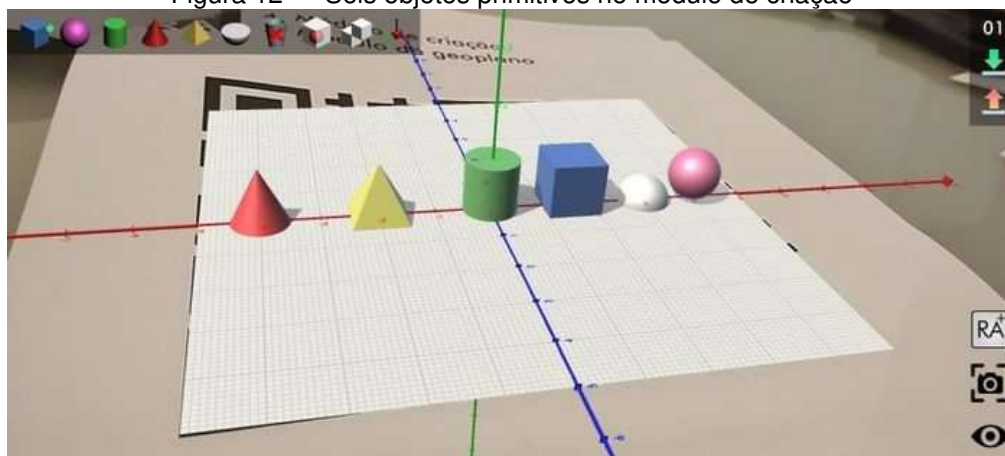
Figura 11 — Prisma pentagonal no módulo de modelagem



Fonte: Autor, 2023.

No módulo de Criação (Figura 12), o usuário possui um ambiente para criar uma cena de realidade aumentada utilizando cubo, esfera, esfera, cone, cilindro, pirâmide e semiesfera. Podendo transladar, rotacionar e escalonar para transformar os objetos e gerar cenas de acordo com a criatividade do usuário.

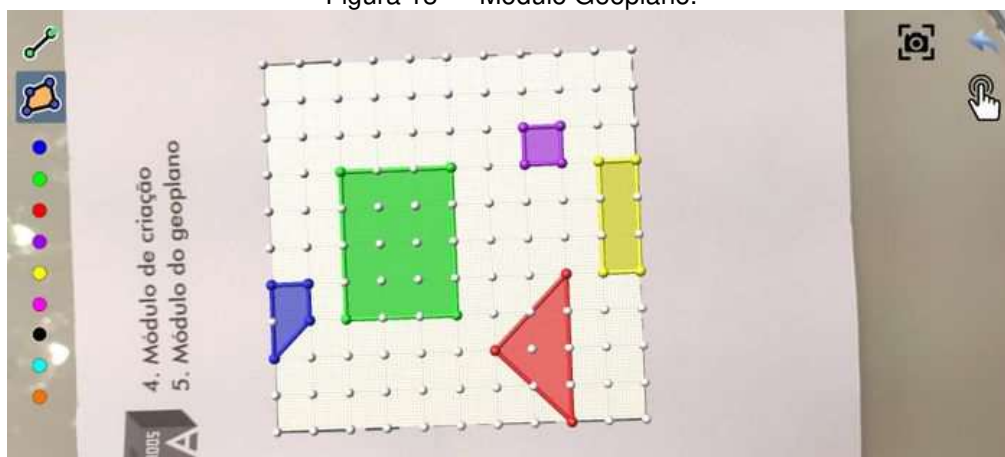
Figura 12 — Seis objetos primitivos no módulo de criação



Fonte: Autor, 2023.

No módulo de Geoplano (Figura 13), está disponível uma versão em realidade aumentada de um geoplano. Sendo possível escolher entre os tipos de: quadrangular, triangular, circular e 3D (geoespaço); e em cada um deles é possível criar linhas, polígonos e sólidos geométricos ao tocar nas esferas e ligando-as umas nas outras.

Figura 13 — Módulo Geoplano.



Fonte: Autor, 2023.

O aplicativo Sólidos RA está disponível gratuitamente para download na *Play Store*, para smartphones e tablets, que possuem o sistema *Android*.

4 ANÁLISE A PRIORI

A escolha do assunto Sólidos Geométricos aconteceu por motivos de:

- a. **Facilidade na visualização:** por se tratar de objetos tridimensionais que podem ser facilmente visualizados em um ambiente de realidade aumentada, o que viabiliza um melhor entendimento do aluno em relação as características dos sólidos;
- b. **Interatividade:** pôr a realidade aumentada permitir que os alunos interajam com os sólidos de uma forma mais intuitiva e envolvente. Podendo mover, girar e redimensionar os sólidos com as mãos, ajudando na compreensão de suas características.
- c. **Aprendizagem ativa:** pelo uso da realidade aumentada no ensino da Geometria Espacial incentivar os alunos a se envolverem mais em seu aprendizado, podendo não apenas receber informações passivamente, mas, explorar e descobrir seus conceitos de forma independente.

Sendo assim, foi listado os tópicos que seriam relevantes abordar, e foram elaborados slides para explicar: o que é Realidade Aumenta, como funciona o aplicativo, e que conteúdo revisar.

Então, conforme a turma for escolhida, será utilizada os problemas matemáticos semelhantes as questões e seguimentos do livro didático, sendo também, adaptadas questões disponibilizadas na internet.

4.1 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Os Sólidos Geométricos são objetos tridimensionais que podem ser analisados e descritos pela geometria espacial e são caracterizados por suas dimensões tridimensionais, que incluem comprimento, largura e altura. Podendo ser classificados em diferentes categorias, como poliedros, corpos redondos e outros tipos, cada um com propriedades geométricas e matemáticas distintas.

A sequência didática tem como objetivo ajudar a desenvolver as habilidades espaciais e de visualização dos alunos, que são essenciais para a compreensão da

geometria e de outras áreas da matemática. Como, também, as habilidades de resolução de questões; dado que os problemas Geométricos envolvem: identificação, classificação e análise dos Sólidos Geométricos.

Nela, os conteúdos abordados foram: Classificação dos sólidos geométricos; características dos Sólidos Geométricos e sua nomenclatura; prismas e pirâmides. Para a resolução dos problemas seria necessário que os alunos possuísem conhecimento prévio, básico, sobre o assunto de geometria plana, como: análise de figuras bidimensionais; retas; ângulos; triângulos; quadriláteros e círculos; conceitos básicos de álgebra (como a solução de equações simples e a manipulação de fórmulas matemáticas); de terem a capacidade de representar mentalmente os objetos tridimensionais e compreenderem sua estrutura geométrica.

4.1.1 Atividade 1 - Classificação dos Sólidos Geométricos.

As atividades (Figura 14 e Figura 15) possuem a finalidade de apresentar aos alunos, que os Sólidos Geométricos são figuras Geométricas tridimensionais maciças, e que dependendo de suas características, além de poderem ser classificados como: poliedros ou corpos redondos.

Pode ser que os discentes, inicialmente, tenham alguma dificuldade em compreender as definições de poliedros e corpos redondo, principalmente desvinculando-os de representações planas. Por exemplo, apesar de o círculo ser "arredondado" ele não se caracteriza como um corpo redondo porque ele é uma figura plana, ao contrário da esfera, que é um corpo redondo.

Serão feitas perguntas sobre o que são sólidos geométricos, se eles conseguem diferenciar figuras bidimensionais e tridimensionais, exemplos de poliedros e corpos redondos no cotidiano.

Figura 14 — Problema 1

1) Escaneie o QR code com o App no modo visualização e escreva o nome do sólido geométrico. Em seguida, classifique-os em poliedro ou corpo redondo.



a) Nome: _____
Classifique: _____



b) Nome: _____
Classifique: _____



c) Nome: _____
Classifique: _____



d) Nome: _____
Classifique: _____



e) Nome: _____
Classifique: _____



f) Nome: _____
Classifique: _____

Fonte: Livro Conquista da Matemática: 6ºano, Ensino Fundamental, anos finais. 4ªEdição,2018/
Adaptado pelo autor, 2023.

Figura 15 — Problema 2

2) Classifique cada afirmação abaixo em verdadeira ou falsa. Depois reescreva as afirmações falsas, corrigindo-as.

a) Os poliedros são figuras geométricas não planas que não tem nenhuma face plana.

b) Os corpos redondos têm superfícies arredondadas.

Fonte: Professora Vilma Ribeiro.blogspot, 2020/ Adaptado pelo autor, 2023.

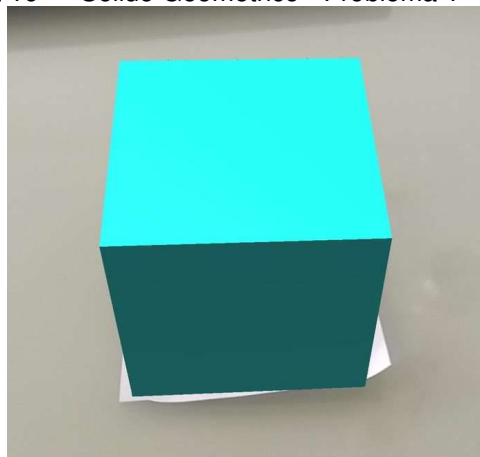
Soluções esperadas:

Problema 1:

a) *Nome:* Cubo

Classificação: Poliedro

Figura 16 — Sólido Geométrico - Problema 1 - Letra A



Fonte: Autor, 2023.

b) *Nome:* Esfera

Classificação: Corpo redondo

Figura 17 — Sólido Geométrico - Problema 1 - Letra B

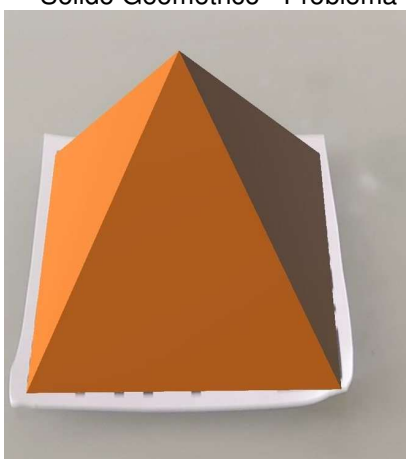


Fonte: Autor, 2023.

c) Nome: Pirâmide

Classificação: Poliedro

Figura 18 — Sólido Geométrico - Problema 1 - Letra C



Fonte: Autor, 2023.

d) Nome: Cone

Classificação: Corpo redondo

Figura 19 — Sólido Geométrico - Problema 1 - Letra D



Fonte: Autor, 2023.

e) Nome: Cilindro

Classificação: Corpo redondo

Figura 20 — Sólido Geométrico - Problema 1 - Letra E

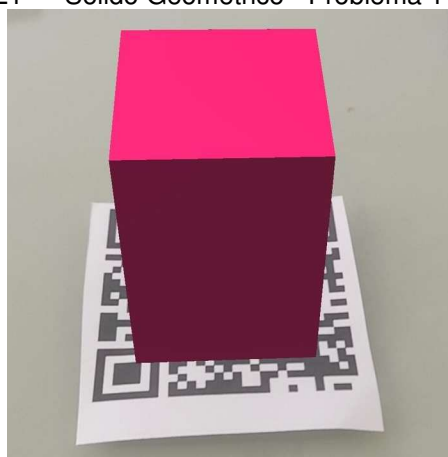


Fonte: Autor, 2023.

f) Nome: Paralelepípedo

Classificação: Poliedro

Figura 21 — Sólido Geométrico - Problema 1 - Letra F



Fonte: Autor, 2023.

Problema 2:

- a) FALSA, os poliedros são figuras geométricas não planas que possuem todas as faces planas.
- b) Verdadeira.

4.1.2 Atividade 2 - Características dos Sólidos Geométricos e sua nomenclatura.

A atividade (Figura 22) tem o intuito de auxiliar o aluno a compreender as características básicas dos Sólidos Geométricos e entender a sua nomenclatura. Ao contar esses elementos, os alunos devem aprender a identificar diferentes tipos de poliedros, como: prismas e pirâmides, e a suas propriedades matemáticas.

É esperado que os alunos apresentem dificuldades em diferenciar prismas e pirâmides, e não consigam denotar corretamente a forma da sua base, em razão disso, deem a nomeação errada dos sólidos, pois, nesse caso, podem confundir os termos de: vértices, arestas, faces.

Assim como, se eles questionarem, o porquê de não haver necessidade de realizar essa contagem para corpos redondos; tendo como justificativa, que isso está diretamente relacionado aos segmentos de retas:

- I. Face (fechadas por segmentos de retas);
- II. Vértice (encontro dos segmentos de retas, obtido pelo encontro de três ou mais arestas);

III. Arestas (são os próprios segmentos de retas, obtidos pelo encontro de duas faces), porém, essa abordagem não é possível para superfícies curvas.

Então, como forma de esclarecer e facilitar a resolução da atividade (Figura 22), será apresentado e explicado aos alunos, que em todo poliedro pode-se aplicar a relação apontada pelo matemático Euler: $V - A + F = 2$, onde: V= Vértice, A= arestas e F= faces; no qual, será sugerido a sua aplicação e verificação das respostas no problema.

Figura 22 — Problema 3

3) Escaneie o QR code com o App no modo visualização e planificação. Observe os poliedros abaixo e suas superfícies planificadas e responda.



a) Nome: _____
 Número faces? _____
 Número arestas? _____
 Número vértices? _____



b) Nome: _____
 Número faces? _____
 Número arestas? _____
 Número vértices? _____



c) Nome: _____
 Número faces? _____
 Número arestas? _____
 Número vértices? _____



d) Nome: _____
 Número faces? _____
 Número arestas? _____
 Número vértices? _____



e) Nome: _____
 Número faces? _____
 Número arestas? _____
 Número vértices? _____

Solução esperada:

Problema 3:

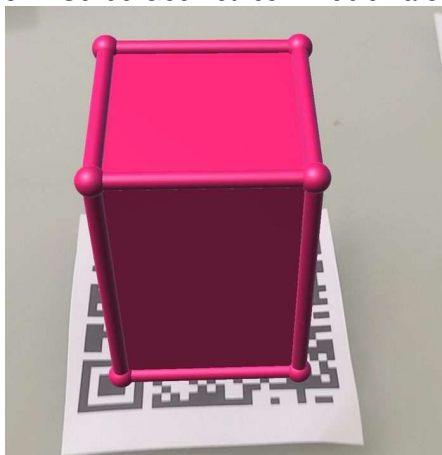
a) *Nome:* Prisma quadrangular

Número de faces: 6

Número de arestas: 12

Número de vértices: 8

Figura 23 — Sólido Geométrico - Problema 3 - Letra A



Fonte: Autor, 2023.

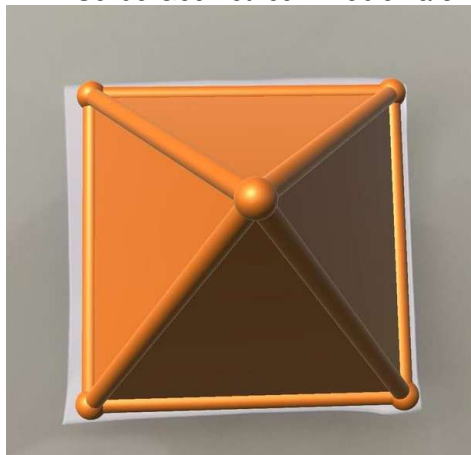
b) *Nome:* Pirâmide quadrangular

Número de faces: 5

Número de arestas: 8

Número de vértices: 5

Figura 24 — Sólido Geométrico - Problema 3 - Letra B



Fonte: Autor, 2023.

c) Nome: Prisma triangular

Número de faces: 5

Número de arestas: 9

Número de vértices: 6

Figura 25 — Sólido Geométrico - Problema 3 - Letra C



Fonte: Autor, 2023.

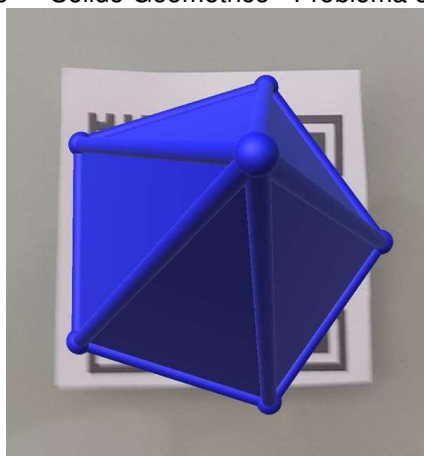
d) Nome: Pirâmide pentagonal

Número de faces: 6

Número de arestas: 10

Número de vértices: 6

Figura 26 — Sólido Geométrico - Problema 3 - Letra D



Fonte: Autor, 2023.

e) Nome: Prisma pentagonal

Número de faces: 7

Número de arestas: 15

Número de vértices: 10

Figura 27 — Sólido Geométrico - Problema 3 - Letra E



Fonte: Autor, 2023.

4.1.3 Atividade 3 - Prismas e pirâmides.

A atividade (Figura 28) tem o propósito de contribuir com o desenvolvimento de habilidades de pensamento tridimensional e compreensão da geometria espacial, dos alunos, através dos conceitos de prismas e pirâmides.

Nessa atividade, espera-se que eles apresentem dificuldades apenas nas questões, que é necessário visualizar de forma imaginária o Sólido. Pois, o conteúdo é semelhante ao da atividade anterior, tratando das faces, arestas, vértices e a diferenças entre prismas e pirâmides.

Figura 28 — Problemas finais

4) Você já viu que os prismas e as pirâmides têm algumas características diferentes. Escreva duas diferenças entre os prismas e as pirâmides.

5) Se um prisma possui 6 arestas na sua base, como ele é chamado? Quantos vértices ele possui?

6) Observe a pirâmide abaixo e responda:



a) Quantas faces, vértices e arestas tem essa pirâmide? _____

b) Qual a forma de suas faces laterais? E de sua base? _____

c) Do que depende seu nome? Como podemos nomeá-la? _____

7) Se uma pirâmide tiver 10 vértices quantas arestas e faces ela terá? _____

Fonte: Livro Conquista da Matemática: 6º ano, Ensino Fundamental, anos finais. 4ª Edição, 2018/
Adaptado pelo autor, 2023.

Soluções esperadas:

Problema 4:

Resposta: Os prismas possuem duas bases planas e iguais, já a pirâmide possui apenas uma base plana.

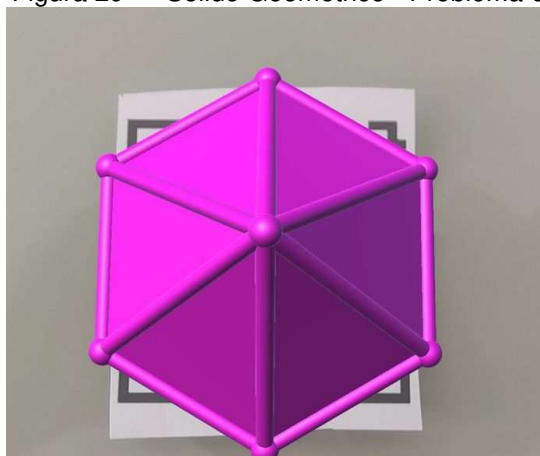
Problema 5:

Resposta: Prisma hexagonal, e possui 12 vértices.

Problema 6:

- a) 7 faces, 7 vértices e 12 arestas.
- b) Suas faces laterais possuem forma triangular, e sua base possui forma hexagonal.
- c) Seu nome depende da quantidade de arestas na sua base, podemos nomeá-la de pirâmide hexagonal.

Figura 29 — Sólido Geométrico - Problema 6



Fonte: Autor, 2023.

Problema 7:

Resposta: 18 arestas e 10 faces.

4.2 QUESTIONÁRIO

Após as atividades, será aplicado um questionário (Figura 30) para sabermos: o que os alunos irão achar da Realidade Aumentada; se gostaram dessa tecnologia; se o aplicativo facilitou na compreensão dos Sólidos Geométricos, e também, se eles sentirão motivados a aprender mais com o auxílio dessa ferramenta.

Figura 30 — Questionário

1 - Você gostou da aula sobre sólidos geométricos utilizando realidade aumentada?

2 - O que mais chamou a sua atenção durante a aula?

3 - Você achou a tecnologia de realidade aumentada útil para aprender sobre sólidos geométricos? Por quê?

4 - Você se sentiu mais motivado a aprender sobre sólidos geométricos com o uso da tecnologia de realidade aumentada?

5 - Você achou fácil de entender os conceitos de sólidos geométricos apresentados com o uso da tecnologia de realidade aumentada?

6 - O que poderia ser melhorado na aula com o uso da tecnologia de realidade aumentada?

7 - Você recomendaria essa forma de aprendizado para outras pessoas?

8 - Como você se sentiu ao utilizar a tecnologia de realidade aumentada durante a aula?

9 - Você acha que a tecnologia de realidade aumentada pode ser utilizada em outras áreas do conhecimento? Se sim, em quais?

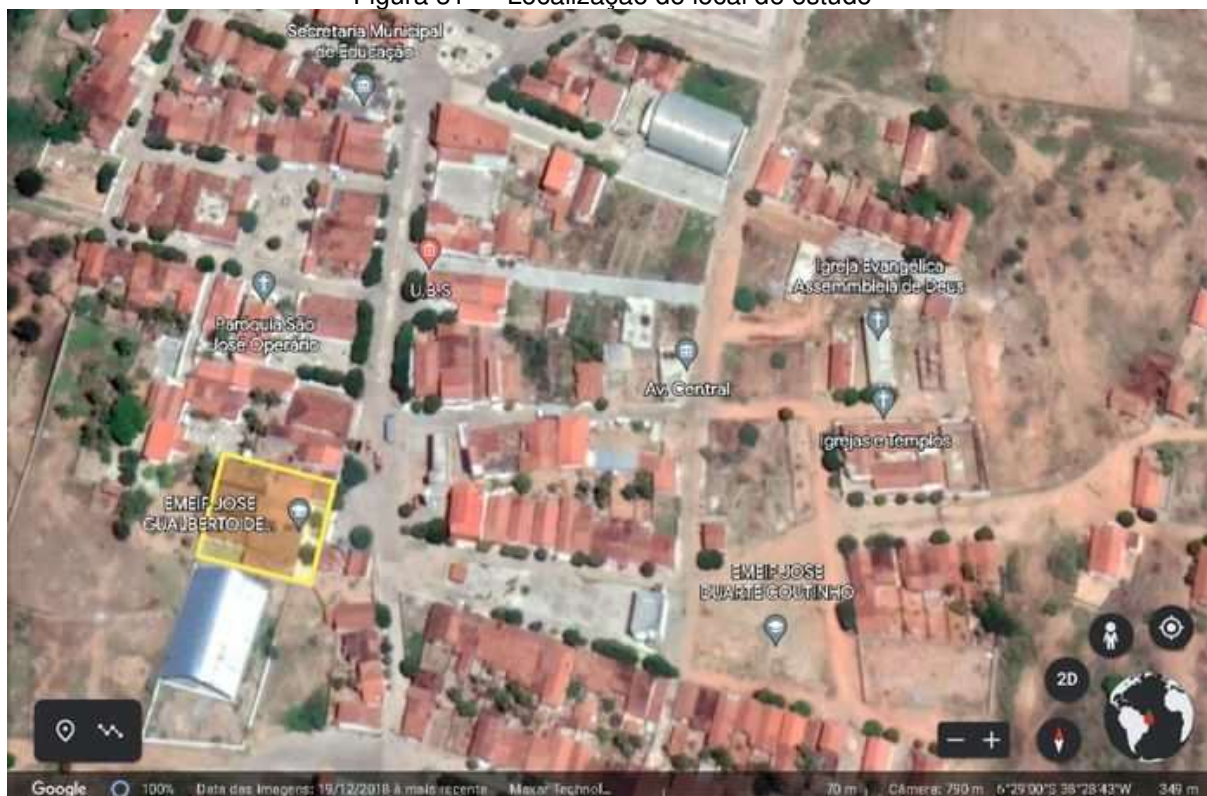
10 - O que você mais gostou sobre o uso da tecnologia de realidade aumentada na aula?

Fonte: Autor, 2023.

5 EXPERIMENTAÇÃO

O local escolhido para realização do estudo, foi a E.M.E.I.F José Gualberto de Andrade (Figura 31), que está localizada no Centro do município de Joca Claudino, que se encontra no interior da Paraíba.

Figura 31 — Localização do local de estudo



Fonte: Google Earth, 2023 / Adaptado pelo autor, 2023.

A escola é de educação pública, contendo turmas do ensino Fundamental 2, tem a quantidade de 12 professores e apresentando a quantidade de 162 alunos no seu total, sendo eles distribuídos da seguinte forma:

- Duas turmas do 6ºano;
- Duas turmas do 7ºano;
- Uma turma do 8ºano;
- Uma turma do 9ºano.

E em relação a sua infraestrutura, é apresentado os seguintes ambientes: 8 salas de aula, cantina, sala de informática, biblioteca, secretaria, diretoria, sala dos professores, almoxarifado, depósito, 2 banheiros masculinos e 2 banheiros femininos.

Após o local de estudo determinado, a escolha da turma se deu a partir de uma conversa com a vice-diretora da escola escolhida e a professora de matemática, apresentando-as o conteúdo que seria abordado; a turma que "melhor" se encaixaria na pesquisa, seria a do 6º ano, pois os discentes já possuíam os conhecimentos básicos necessários, sobre o assunto de Sólidos Geométricos.

Então, como os alunos tinham tido aula sobre o assunto - Sólidos Geométricos - recentemente, segundo a Professora, optou-se por utilizar problemas matemáticos semelhantes com as questões e seguimentos do livro *A Conquista da Matemática, 6º Ano*, do Giovanni Jr. e Castrucci (2018). Sendo, também, adaptadas por questões disponibilizadas na internet.

Antes de termos o contato direto e iniciarmos as aulas, foi entregue aos alunos um termo de consentimento (Anexo A), em que os responsáveis autorizam a participação dos estudantes na pesquisa, e o de assentimento (Anexo B), no qual, o aluno aceita participar do estudo; e neles estão contidos que todos os materiais coletados serão de responsabilidade do pesquisador, e não será divulgada a identidade dos alunos.

Dessa forma, foram no total de 12 alunos que participaram da pesquisa e separados em 6 duplas para a resolução das questões, sendo elas nomeadas da seguinte forma: A_nD_m , onde: A= aluno; D= Dupla; n= denotação do aluno; m= denotação da dupla; por exemplo: A_1D_1 , em que significa aluno 1 da dupla 1.

Foi elaborado um plano de aula, com a utilização de slides, contemplando três encontros de 50 minutos de duração, cada. Tendo como forma de registro das aulas o levantamento fotográfico, folhas de respostas das atividades e um questionário; assim é feito a utilização de todos os problemas da sequência didática sem modificações.

6 ANÁLISE A POSTERIORI E VALIDAÇÃO

6.1 ATIVIDADE 1 - CLASSIFICAÇÃO DOS SÓLIDOS GEOMÉTRICOS.

Iniciamos a aula separando as duplas para a realização das atividades, assim, foi informado que as duplas formadas ficariam fixas para as demais tarefas. Logo em seguida foi feito um questionamento, onde: P indica “Professor” e T indica “Turma”.

P: - Vocês sabem o que é realidade aumentada?

T: – Não.

P: – O que vocês acham que é?

A₁D₁: – Acho que é tecnologia.

P: – Sim, é uma tecnologia, mas como você acha que ela funciona?

A₁D₁: – Não sei.

P: – A realidade aumentada é a mistura de um ambiente real com o virtual, por exemplo, o jogo pokémon go que você pode visualizar o pokémon na sua frente e interagir com ele utilizando o celular.

A₂D₁: – Esse jogo aí eu já vi.

A₂D₁: – Que legal!

P: - É o que iremos fazer, visualizar os sólidos geométricos utilizando realidade aumentada.

Após o questionamento, explicamos o que é a Realidade Aumentada (Figura 32), mostrando algumas áreas de atuações que já fazem uso da tecnologia, como: nas indústrias automobilísticas, na indústria de jogos eletrônicos, na medicina, na construção civil e na Matemática (Figura 33).

Figura 32 — Explicando sobre a Realidade Aumentada



Fonte: Autor, 2023.

Figura 33 — Explicando a Realidade Aumentada na Matemática



Fonte: Autor, 2023.

Antes de iniciarmos a revisão do conteúdo de classificação dos Sólidos Geométricos, fizemos mais um questionamento:

P: - Irei mostrar a vocês a imagem de dois grupos (Figura 34) e quero que vocês me respondam, qual desses grupos é o dos Sólidos Geométricos, e qual é o das Figuras Planas.

A₁D₁: - É o grupo A.

P: - Tem certeza?

A₁D₁: - Eu acho que é.

P: - Vocês sabem o que são os Sólidos Geométricos?

T: - Silêncio na sala.

P: - Ninguém sabe?

A₁D₆: - Eu acho que são as formas de possuem três dimensões.

P: - Isso, muito bem. Então qual grupo é o dos Sólidos Geométricos?

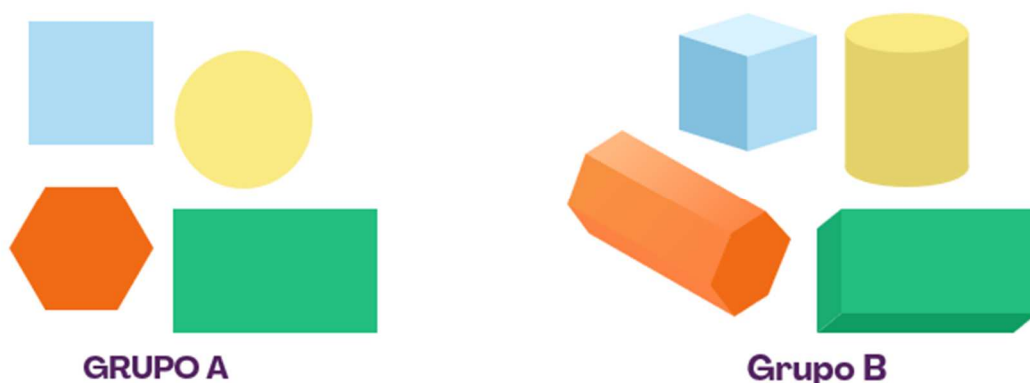
T: - O grupo B!

P: - Qual é o grupo das figuras planas?

T: - O grupo A!

P: - Muito bem, não se esqueçam que os Sólidos Geométricos são objetos tridimensionais, que possuem largura, altura e comprimento.

Figura 34 — Grupos 2D e 3D



Fonte: Autor, 2023.

Em seguida, iniciamos a revisão do conteúdo, explicando que as Figuras Geométricas Planas possuem todos os pontos no mesmo plano, diferentemente dos Sólidos Geométricos, o qual apresentam altura, comprimento e largura, e que podem ser classificados de acordo com suas características, como: poliedros e corpos redondos; em que, os corpos redondos tem como a principal característica, a sua superfície, que contém algumas partes arredondadas, e quando apoiados sobre uma superfície plana, eles rolam; já os poliedros possuem todas as suas faces planas, e quando apoiados sobre uma superfície plana, eles não rolam.

Após a revisão, pedimos que alunos abrissem o aplicativo Sólidos RA no celular, para que fossem acompanhando a explicação do funcionamento do aplicativo, porém os alunos não haviam levado o celular para a aula. Apesar desse imprevisto, encontramos uma solução, que foi transmitir a tela do nosso celular no *Datashow* e demos continuidade a explicação do funcionamento do aplicativo (Figura 35).

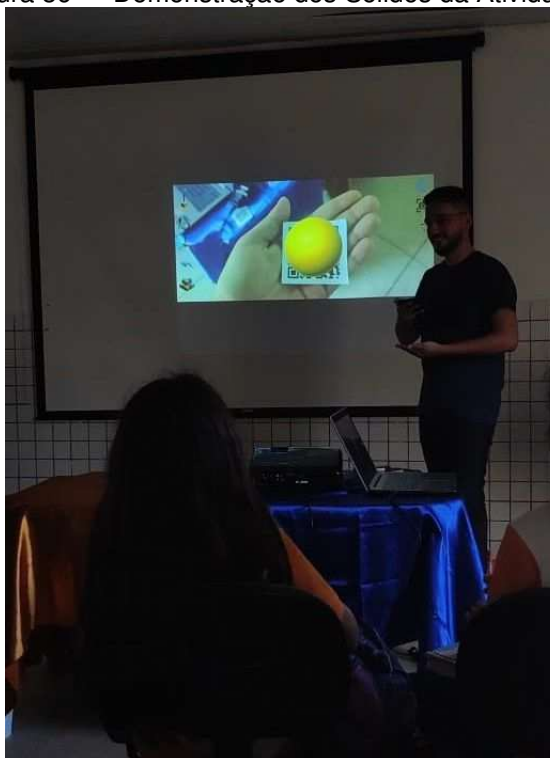
Figura 35 — Explicando o Aplicativo Sólidos RA



Fonte: Autor, 2023.

Desse modo, finalizada a explicação do funcionamento do aplicativo e com as duplas já separadas, distribuímos as folhas das atividades, e foi iniciada a resolução dos problemas, com as imagens geradas pelo leitor de *QR codes* do aplicativo no celular do professor sendo transmitidas no *Datashow* (Figura 36).

Figura 36 — Demonstração dos Sólidos da Atividade 1



Fonte: Autor, 2023.

Os alunos, estavam bastante empolgados, e não tiveram dificuldades para resolver o problema 1 (Figura 14), todos responderam da forma esperada.

Já no problema 2 (Figura 15), letra A, os alunos não conseguiram responder da forma esperada, apesar de todos terem acertado que a alternativa era falsa.

Apresentando respostas como estas:

A₁D₁: "Falsa, os poliedros são figuras geometrica são planas que tem faces planas".

A₃D₂: "Falsa, pois são os corpos redondos que não tem faces planas".

A₅D₃: "Falsa, os poliedros são figura geometra que tem partes planas e que não rolam".

A₆D₃: "Falso, os poliedro são figuras geometricas planas e tem varias face plana."

A₈D₄: "Falso todas tem supecife plana e não as nenhuma que não é".

A₉D₅: "Falsas são figuras qui tem face planas".

Na letra B, todos colocaram verdadeiro (o que era esperado), alguns apresentando até a justificativa, como exemplo:

A₈D₄: "verdadeiro porque eles rolam".

A₁₁D₆: "verdadeiras porque elas rolam".

A₉D₅: "verdadeira os corpos rendordo sempre têm superfícies arredondadas".

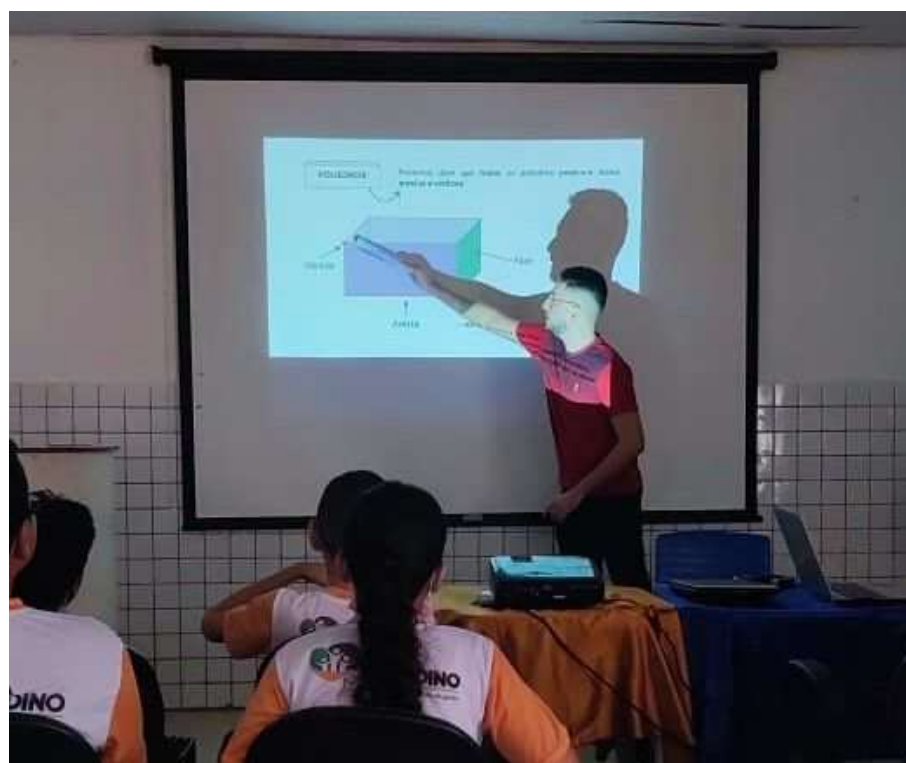
A₃D₂: "Verdadeiro, pois os corpos redondos são os único que tem faces arredondada e só os poliedros não".

Apesar dos erros no problema 2 (Figura 15), como já esperado, de acordo com a análise a Priori - relatado anteriormente no presente trabalho, em que dissertou a possibilidade de os alunos apresentarem dificuldades em diferenciar as figuras planas das figuras não planas - acredita-se que os alunos conseguiram compreender o conteúdo, pois, todos das duplas classificaram os Sólidos Geométricos em corpos redondos e os poliedros corretamente.

6.2 ATIVIDADE 2 - CARACTERÍSTICAS DOS SÓLIDOS GEOMÉTRICOS E SUA NOMENCLATURA.

Iniciamos a segunda revisão do conteúdo apresentando as características dos Sólidos Geométricos, explicando que os poliedros possuem faces, que são as superfícies planas que constituem os sólidos, arestas, que correspondem às linhas resultantes do encontro de duas faces e vértices, que são os pontos de encontro das arestas (Figura 37).

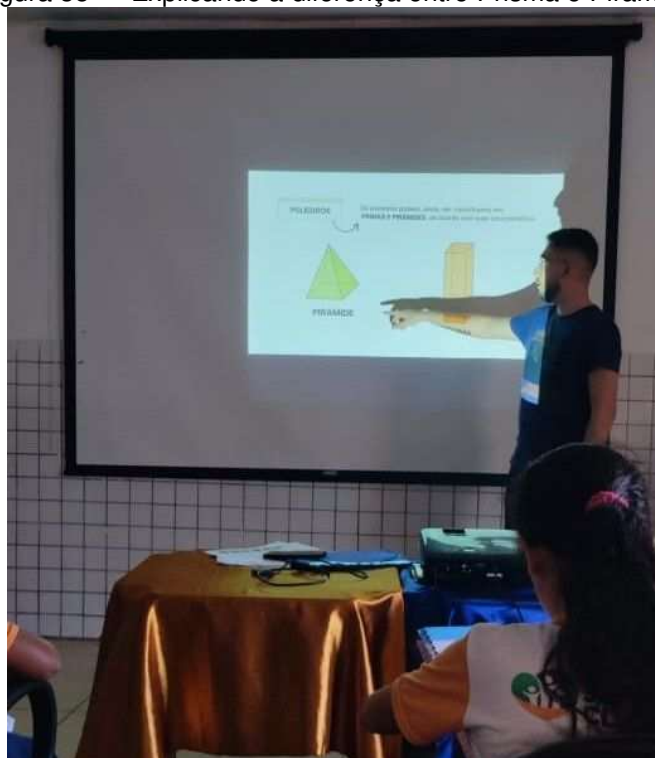
Figura 37 — Explicando sobre as características dos Poliedros



Fonte: Autor, 2023.

Ensinado que os poliedros podem ser classificados em prismas e pirâmides de acordo com suas características (Figura 38). Os prismas possuem faces laterais retangulares e duas bases idênticas e paralelas entre si, enquanto, as pirâmides possuem uma base, com as faces laterais triangulares e todas as arestas determinadas pelas faces laterais, possuindo um vértice em comum.

Figura 38 — Explicando a diferença entre Prisma e Pirâmide



Fonte: Autor, 2023.

Foi explicado também, que a nomenclatura dos prismas e das pirâmides se dá pela forma de sua base, como por exemplo: se um prisma possui quatro arestas na sua base, ele será chamado de prisma quadrangular; assim como, se uma pirâmide tiver seis arestas na sua base, ela terá a nomenclatura de pirâmide hexagonal.

Além disso, foi explicada a relação de Euler, que é uma expressão matemática que relaciona os números de: vértices, arestas e faces. E que ela pode ser utilizada para conferir se o número de faces, arestas e vértices estão corretos. Dessa forma, os alunos pareciam ter entendido tudo que foi apresentado, até o momento, não havendo questionamentos.

Antes de iniciarmos a aplicação da atividade perguntamos se os alunos estavam com os celulares e com o aplicativo instalado, e a maioria estava; então, com as duplas já separadas, iniciamos a atividade 2, distribuindo as folhas com os problemas a serem resolvidos (Figura 39).

Figura 39 — Entrega das Atividades



Fonte: Autor, 2023.

Ao iniciarmos a atividade, percebemos os alunos apresentavam dificuldades para diferenciar o que era face, vértice e aresta, e foi utilizado algumas perguntas para tentar para ajudá-los a lembrar dos conteúdos previamente aprendidos, tanto para a dupla quanto para a turma como um todo.

- P:** – Vocês conseguem diferenciar uma pirâmide de um prisma?
A₅D₃: – Sim.
P: – Quais são as características de uma pirâmide?
A₅D₃: – Ela é pontuda, tem só uma base e os lados são triângulos.
P: – Quais são as características de um prisma?
A₅D₃: - Eles têm duas bases e os lados são quadrados.
P: - Como nomeamos os prismas e as pirâmides?
A₅D₃: - É pela forma da base deles.
P: - Vocês concordam com o colega?
A₅D₃: - É isso mesmo.
P: - E o que são faces?
A₅D₃: - As faces são os lados.

P: - O que são as arestas?

A₅D₃: - São os canudos¹.

P: - Explique melhor, como podemos identificar as arestas? Lembre-se da aula.

A₅D₃: - É aquela parte que fica nos lados das faces.

P: - O que são os vértices?

A₅D₃: - São as bolinhas², que juntam as arestas.

P: - Todo mundo concorda?

T: - Sim.

P: - Vamos lá pessoal, a maioria aqui entendeu o assunto, podem fazer com calma.

Depois do diálogo, as duplas de alunos voltaram a trabalhar na atividade com o propósito de tentar solucionar as questões propostas (Figura 40).

Figura 40 — Alunos utilizando o aplicativo



Fonte: Autor, 2023.

No entanto, ao circular pela sala foi observado que alguns alunos estavam confundindo as arestas e vértices, e foi chamada a atenção da turma. No problema 3 (Figura 22) algumas duplas inverteram o que era aresta com vértices, como é o caso das duplas 1 e 5, apesar de terem acertado os nomes dos sólidos e a quantidade de faces, arestas e vértices.

¹(1) Os canudos, dito pelo o aluno são as arestas respectivamente na visão do aplicativo.

²(2) As bolinhas que o aluno falou os vértices respectivamente na visão do aplicativo.

A dupla 4 escreveu "paralelepípedo" na alternativa A, mas acertou os demais nomes. Nas quantidades de vértices em todas as alternativas, responderam corretamente, porém, erraram nas quantidades de faces e arestas.

As duplas 2 e 6, conseguiram responder corretamente as quantidades de faces, arestas e vértices, mas, apresentaram algumas dificuldades nas nomenclaturas dos sólidos, colocando em alguns casos respostas como: "cubo", "base triangular" e "pentágono". A dupla 3 foi o único que conseguiu responder corretamente o problema, acertando o nome dos sólidos, e as quantidades de faces, arestas e vértices.

Com base da análise das respostas dadas pelas duplas, é identificado as dificuldades esperadas na análise a Priori, onde relata que os alunos confundiriam as nomenclaturas dos Sólidos, assim como os termos de vértices, faces e arestas.

6.3 ATIVIDADE 3 - PRISMAS E PIRÂMIDES.

Iniciamos a atividade 3, após um intervalo de 15 minutos, e de uma forma diferente das atividades anteriores, sem fazer uma revisão do conteúdo, pois os problemas da atividade tinham como assunto, o conteúdo que havia sido explicado na revisão da atividade anterior.

Inicialmente os alunos não apresentaram dificuldades para responder os problemas, mas percebemos que alguns grupos ainda tinham dúvidas em relação as arestas e vértices.

A todo momento os alunos chamavam para ver se o que estavam fazendo estava correto. Após um tempo percebeu-se que os alunos estavam com dificuldades para imaginar o sólido do problema 4, então foram dadas algumas dicas para que eles pudessem resolver a questão:

P: - Pessoal vocês devem imaginar o sólido, vocês lembram como é um prisma?

A₅D₃: - Sim.

A₄D₂: - Sim.

P: - Comece imaginando sua base, juntando as suas arestas e depois imagine seus vértices. Conseguem imaginar?

A₅D₃: - Sim.

A₄D₂: - É difícil.

P: - Agora imagine suas arestas laterais e feche a parte de cima. Se tiver muita dificuldade tente desenhar a base no papel e ir construindo o restante.

A₅D₃: - Tá bom, vou tentar.

A₄D₂: - Acho que desenhando é mais fácil.

No problema 4 (Figura 28), nenhuma das duplas conseguiram dar respostas satisfatórias, apresentando respostas como estas:

A₅D₃: "Porque a piramide só tem uma base e já a prisma tem mais de uma base."

A₄D₂: "As pirâmides tem uma ponta em cima e tem 4 areste e as prismas tem 6 arestas esta é a diferença delas duas."

A₉D₅: "Uma difereça e que a pirâmide tem uma vartises tunpo jai a outra ja poder ter quatro vestete"

A₁D₁: "Sim a pontinha."

Em relação ao problema 5 (Figura 28), a dupla 1 colocou como resposta, apenas, "prisma hexagonal" e não colocou a quantidade de vértices. O A₁₁D₆ escreveu como resposta: "Ele é chamado de hexagonal e ele pode ter 5 vértices". Já o A₈D₄ escreveu como resposta: "pirâmide hexagonal", mas acertou a quantidade de vértices. Porém, o restante dos alunos respondeu da forma esperada.

No problema 6 (Figura 28) alternativa A, apenas o A₆D₃ inverteu vértices com arestas. Enquanto a dupla 1, a dupla 4, A₃D₂ e A₁₁D₆ erraram na contagem das faces, arestas e vértices, mas os demais conseguiram responder corretamente.

No problema 6 (Figura 28) alternativa B, apenas a dupla 2 e a dupla 4 responderam da maneira esperada, o restante não conseguiu dar respostas satisfatórias a respeito da forma de suas faces laterais, respondendo corretamente apenas a forma da base, apresentando respostas como estas: "A forma é de pirâmide, é hexagonal"; "forma de pirâmide, hexagonal" e "o formata barre quadrado e tem a forma hexagonal."

No problema 6 (Figura 28) alternativa C, apenas A₄D₂ conseguiu responder da forma esperada, ao mesmo tempo em que A₃D₂ e o grupo 3 conseguiram chegar perto da resposta esperada, apresentando as seguintes respostas: "depende de quantas arestas ele tem, podemos nomeas piramedes"; "pirâmide hexagonal, depende das arestas" e "depende de quantas arestas ele tem, podemos nomeala de piramide"

No problema 7 (Figura 28), A₃D₂ e A₁₁D₆ contaram errado a quantidade de faces, respondendo: "18 arestas e 9 faces"; e a dupla 1 acabou escrevendo como resposta: "19 faces"; os demais responderam da forma esperada.

Com base da análise das respostas dadas pelas duplas, é identificado que a sua grande maioria teve um resultado positivo, em que superaram as expectativas em relação a análise a Priori, nas questões em que eram necessários o uso da imaginação para visualizarem os sólidos, como também, conseguiram superar a dificuldade da atividade 2, que era confundir os termos de vértices, faces e arestas.

6.4 QUESTIONÁRIO

No último dia da pesquisa, foi entregue um questionário (Figura 30) para responderem sobre o que acharam das aulas e do aplicativo, e ter um *feedback* mais preciso. Na primeira pergunta, sobre se gostaram da aula com o uso do aplicativo, todos os alunos gostaram, e responderam das seguintes formas: "Sim foi muito legal e divertida", "Sim, achei muito interessante" e "Sim, foi muito legal e eu me diverti bastante".

Sobre o que chamou atenção na execução da aula, teve destaque para a novidade que era conhecer a realidade aumenta através do celular, com eles respondendo com, por exemplo: "que através de celular da para ver em 3D o sólidos geometricos". Ou "O aplicativo porque eu não sabia da existencia desse aplicativo e enves de nois criança está nas redes sociais esse aplicativo é otimo pra nois" e "Os sólidos geometricos, e a explicação".

Na terceira pergunta, sobre a utilidade do uso dessa tecnologia, todos os alunos responderam que sim, que era útil, e foi possível ver um facilitador para o uso da regra de Euler, para o lúdico e para visualização dos sólidos, como em: "Sim porquê foi bem mais facil de contas os vertices e as arestas"; "Sim, eu achei muita tecnologia porque é divertido e tambm a gente aprende muito com ele ele é muito útil" e "Sim porque lá podemos ver as arestas os vértices e as faces".

Sobre a motivação, todos os alunos responderam que sentiram mais motivados aprender com o uso da Realidade Aumentada, devido a visualização, por exemplo: "Sim, pois lá tem varios tipos de vizualização", bem como pela indicação de completude do conhecimento apresentado, como em: "Sim, mim sente muito motivado porque assim a gente aprende mais".

Quanto a facilidade de entendimento dos conceitos com o uso do aplicativo, todos alunos responderam que acharam fácil de entender, destacando a visualização

com elemento importante, como desta o aluno CÓDIGO: "Sim, eu achei muito melhor porque tem varios tipos de visualização".

Na sexta pergunta, sobre as melhorias na metodologia da aula com o uso da tecnologia, os alunos não destacaram mudanças e responderam das seguintes formas: "Não é preciso melhora nada"; "Não precisaria de nada para melhorar" ou "Nada".

Na sétima pergunta, sobre a recomendação da metodologia para as outras aulas, todos alunos responderam que sim, pela facilidade de compreensão quando, na visão deles, se tem dificuldade com o conteúdo, como é visto nas afirmações: "Sim isso recomendo"; "Sim é bem mais facil para as pessoas que tem dificuldade" e "Sim, já recomendei para minha prima".

Na questão do sentimento despertado pela utilização da tecnologia na aula, os alunos responderam satisfatoriamente, destacando sentimento de felicidade, como pode ser visto nas seguintes respostas: "Muito bem"; "Muito feliz" e "Feliz pois eu estaria aprendendo outra tecnologia".

Na questão dessa tecnologia ser utilizada em outras áreas do conhecimento, os alunos interpretaram como setores do seu dia a dia, o que foi interessante e sugere outras propostas de abordagens para o conteúdo, como nas seguintes respostas: "Sim para engenheiros para s predeiros e construtores civis" ou "Sim no supermercado".

Na última pergunta, sobre o que os alunos mais gostaram no uso do aplicativo, o destaque foi novamente para a visualização e a facilidade na compreensão do conteúdo, como nas seguintes respostas: "A forma de ver os vertices e arestas mais faceis." e "Que você pode entender melhor as formas geometricas."

Assim, a utilização do questionário permitiu, com base nas respostas dos alunos, entender que o aplicativo facilitou a visualização e compreensão dos Sólidos Geométricos, motivando os alunos a aprender mais sobre o conteúdo e fazendo com que eles refletissem sobre o uso da tecnologia no aprendizado.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo deste trabalho, investigou-se os principais impactos da utilização da Realidade Aumentada como ferramenta de auxílio à aprendizagem de Geometria Espacial em alunos do Ensino Fundamental. Através da pesquisa realizada, constatou-se que, de acordo com o objetivo geral, desse trabalho, a Realidade Aumentada apresenta um potencial significativo para aprimorar o processo de ensino-aprendizagem nessa disciplina desafiadora.

Dessa forma, os objetivos específicos foram alcançados, pois a utilização dessa tecnologia, como recurso pedagógico, proporciona uma experiência imersiva e interativa, permitindo que os estudantes visualizem e manipulem objetos geométricos virtuais no mundo real. Como também, os alunos são estimulados a pensar de forma espacial, a analisar relações e a buscar soluções para desafios geométricos, contribuindo para o desenvolvimento de habilidades essenciais para a compreensão da Geometria Espacial.

Assim, essa abordagem tangibiliza os conceitos, facilitando a compreensão e a assimilação dos conteúdos, além de estimular o engajamento dos alunos, apresentando resultados positivos.

Sobre o uso da Engenharia didática como metodologia, ela viabilizou uma melhor forma de organização em relação a coleta dos dados e na elaboração da sequência didática, que foram desenvolvidos em sala de aula, dispondo a comparação das dificuldades esperadas em relação ao resultado dos alunos, se eles entenderam, ou não, os conteúdos apresentados.

Como também, o uso do aplicativo Sólidos RA, ponto chave da metodologia didática proposta na execução do trabalho, mostrou-se um facilitador do contato e da interação dos alunos com o conteúdo didático no mundo virtual, mostrando também uma visão mais ampla sobre a utilização dos aparelhos celulares, com seu uso não se limitando apenas aos jogos e redes sociais, mas sim, para estimular os estudos.

No entanto, uma das dificuldades encontradas foi que, a maioria dos alunos não possuíam celulares próprios, tendo que fazer uso dos aparelhos de seus responsáveis ou dividir com algum colega, para conseguirem visualizar os sólidos no aplicativo e realizarem as atividades, destacando a falta de acesso a esse tipo de tecnologia na rede pública de ensino.

Diante dessas considerações, é possível afirmar que a realidade aumentada apresenta um grande impacto como ferramenta de auxílio à aprendizagem de Geometria Espacial no Ensino Fundamental. No entanto, é importante ressaltar que sua adoção deve ser acompanhada de uma abordagem pedagógica adequada, considerando-se os objetivos de aprendizagem, as características dos alunos e as estratégias de ensino a serem empregadas.

Dessa forma, incentiva-se a continuidade das pesquisas nessa área, a fim de aprimorar as práticas educacionais e explorar todo o potencial dessa inovação como uma ferramenta no ensino de Geometria Espacial. Assim, a integração entre tecnologia e educação promove uma aprendizagem mais significativa, despertando o interesse dos alunos e preparando-os para lidar de forma mais efetiva com os desafios da Geometria Espacial.

REFERÊNCIAS

ARCAVI, A. **The role of visual representations in the learning of mathematics.** *Educational Studies in Mathematics* 52, 215–241 (2003). Disponível em: <https://doi.org/10.1023/A:1024312321077>. Acesso em: 15 março, 2023.

ARTIGUE, M.; BRUN, J. **Didáctica das matemáticas.** Lisboa: Instituto Piaget, 1996.

AUSUBEL, D. P. **The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view.** Springer Science & Business Media, 2000.

AZUMA, R.; et al. **Recent advances in augmented reality**, in *IEEE Computer Graphics and Applications*, vol. 21, no. 6, pp. 34-47, Nov.-Dec. 2001, doi: 10.1109/38.963459. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/963459>. Acesso em: 12 janeiro, 2023.

BILLINGHURST, M.; DUENSER, A. **Augmented reality in the classroom.** *Computer*, v. 45, n. 7, p. 56-63, 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/234793015_Augmented_Reality_in_the_Classroom. Acesso em: 23 março, 2023.

BRACKMANN, C. P. **Desenvolvimento do pensamento computacional através de atividades desplugadas na educação básica.** Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Centro de Estudos Interdisciplinares em Novas Tecnologias na Educação, Programa de Pós-graduação em Informática na Educação, Porto Alegre, BRRS. 2017. 226 f.

BRASIL. Ministério da Educação – MEC (2017). **Base Nacional Comum Curricular. 2017.** Terceira versão. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 10 março, 2023.

BRUM, W. P.; SCHUHMACHER, E. A Engenharia Didática como Campo Metodológico para o Planejamento de Aula de Matemática: Análise de uma Experiência Didática para o Estudo De Geometria Esférica. **Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática**, [S. l.], v. 6, n. 2, 2013. DOI: 10.17921/2176-5634.2013v6n2p%p. Disponível em:

<https://jjeem.pgsscogna.com.br/jjeem/article/view/93>. Acesso em: 25 março, 2023.

CAIUSCA, A. **Paleolítico**. Portal Guia de Estudo, Artigo, 2018. Disponível em: <https://www.guiaestudo.com.br/paleolitico/amp>. Acesso: 15 março, 2023.

CARDOSO, R. G. S. et al. Uso da realidade aumentada em auxílio à Educação. **Anais do Computer on the Beach**, p. 330-339, 2014. Disponível em: <https://periodicos.univali.br/index.php/acotb/article/view/5337>. Acesso em: 20 março, 2023.

COSTA, R. L. As recomendações de uso de tecnologias digitais da informação e comunicação para a educação básica e a realidade escolar brasileira. **Revista Anápolis Digital**, v. 11, n. 2, 2020. Disponível em: <https://portaleducacao.anapolis.go.gov.br/revistaanapolis/wp-content/uploads/2023/vol11/5.pdf>. Acesso em: 20 março, 2023.

CSTB. Computer Science and Telecommunications Board. **Committee on Information Technology Literacy and National Research Council**. Being Fluent with Information Technology. National Academy of Sciences, Washington, DC. 1999.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**, 4ª edição. São Paulo: Atlas, 2002. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/150/o/Anexo_C1_como_elaborar_projeto_de_pesquisa_-_antonio_carlos_gil.pdf. Acesso em: 25 março, 2023.

GIOVANNI JR, J. R. CASTRUCCI, B. **A Conquista da Matemática: 6ºano, Ensino Fundamental, anos finais**. 4º Ed. São Paulo: FTD, 2018.

KALEFF, A. M. M. R. Formas, Padrões, Visualização e Ilusão de Ótica no Ensino da Geometria. **VIDYA**, v. 35, n. 2, p. 18, 2015. Disponível em:

<https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/VIDYA/article/view/602>. Acesso em: 12 janeiro, 2023.

KIRNER, C.; TORI, R. Fundamentos de realidade aumentada. **Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada**, v. 1, p. 22-38, 2006. Disponível em: http://fabiopotsch.pbworks.com/w/file/fetch/48938507/Fundamentos_realidade_aumentada.pdf. Acesso em: 10 janeiro, 2023.

LOPES, L. M. D. et al. Inovações educacionais com o uso da realidade aumentada: uma revisão sistemática. **Educação em Revista**, v. 35, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/edur/a/D8BG7VqVDPmYk3d5xmCJJyF/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 19 março, 2023.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MARX, K.; ENGELS, F. **Ideologia Alemã** (Feuerbach). 11 ed. Tradução do alemão por José Carlos Bruni e Marco Aurélio Nogueira. São Paulo: Hucitec. 1999.

MILGRAM, P. et. al. "Augmented Reality: A Class of Displays on the Reality-Virtuality Continuum". **Telemanipulator and Telepresence Technologies**, SPIE, V.2351, 1994, p. 282-292. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Paul-Milgram/publication/228537162_Augmented_reality_A_class_of_displays_on_the_reality-virtuality_continuum/links/0c96052ade63de29c0000000/Augmented-reality-A-class-of-displays-on-the-reality-virtuality-continuum.pdf. Acesso em: 22 março, 2023.

MISKULIN, R. S. **Concepções teórico-metodológicas baseadas em LOGO e em Resolução de Problemas para processo ensino-aprendizagem da geometria**. 1994. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, 1994.

PAVANELLO, R. M. **Por que ensinar/aprender Geometria?**. 2004. Disponível em: <https://bit.ly/39GoLKX>. Acesso em: 01 dez. 2022.

PRADO, M. A.; ALLEVATO, N. S. G. O Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Geometria através da Resolução de Problemas/Teaching-Learning-Evaluation of Geometry through Problem Solving. **Acta Scientiae**, v. 12, n. 1, p. 24-42, 2010. Disponível em: <http://funes.uniandes.edu.co/27909/1/AparecidoPrado2010O.pdf>. Acesso em: 25 março, 2023.

PRENSKY, Marc. **Aprendizagem baseada em jogos digitais**. São Paulo: SENAC São Paulo, 2012. 575 p. ISBN 9788539602711.

RIBEIRO, P. V. **Professora Vilma Ribeiro: Atividade Sólidos geométricos (poliedros, corpos redondos, vértices, arestas e faces)**. Disponível em: <https://professoravilmaribeiro.blogspot.com/2020/03/atividade-solidos-geometricos-poliedros.html>. Acesso em: 6 maio. 2023.

RODRIGUES, M.; BERNARDO, M. Ensino e aprendizagem da geometria. **XXII Seminário de Investigação em Educação Matemática**, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ipl.pt/handle/10400.21/3062>. Acesso em: 22 março, 2023.

ROGENSKI, M. L. C.; PEDROSO, S. M. D. **O Ensino da Geometria na Educação Básica: realidade e possibilidades**. 2009. Disponível em: <https://bit.ly/3gr6jsF>. Acesso em: 17 março, 2023.

SANTOS, F. C. **Realidade aumentada aplicada ao ensino de geometria espacial: um desafio para a educação matemática**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Pará – UFPA, Belém, 2015. Disponível em: https://sca.proformat-sbm.org.br/profmat_tcc.php?id1=1683&id2=79376. Acesso em: 05 abril, 2023.

SILVA, A. B.; SANTOS, C. D. Aplicação da Realidade Aumentada no Ensino de Geometria Espacial: Um Estudo de Caso no Ensino Fundamental. **Revista Brasileira de Educação em Ciência da Computação**, v. 8, n. 2, p. 45-58, 2021.

TAROUCO, L. M. R. Competências Digitais dos Professores. In: CGI.br (Orgs.) Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras: **TIC educação 2018. Núcleo e Coordenação de Informação do Ponto e BR**. São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil. 2019. Disponível em: https://cetic.br/media/docs/publicacoes/216410120191105/tic_edu_2018_livro_eletronico.pdf. Acesso em: 09 março, 2023.

TORI, R.; KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada. **Pré-Simpósio VIII Symposium on Virtual Reality Belém - PA**, 02 de maio de 2006. [s.l: s.n.]. Disponível em: https://pcs.usp.br/interlab/wpcontent/uploads/sites/21/2018/01/Fundamentos_e_Tecnologia_de_Realidade_Virtual_e_Aumentada-v22-11-06.pdf. Acesso em: 8 out. 2022.

VIDALETTI, V. B. B. **Ensino e aprendizagem da geometria espacial a partir da manipulação de sólidos**. 2009. Dissertação de Mestrado. 109p. Lajeado. UNIVATES, 2009. Disponível em: <http://www.univates.br/bdu/handle/10737/82>. Acesso em: 28 março, 2023.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZORZAL, E. R.; KIRNER, C. Jogos Educacionais em Ambiente de Realidade Aumentada. In: **II Workshop sobre Realidade Aumentada**. UNIMEP. Piracicaba, SP. 2005. Disponível em: <https://scholar.google.com.br/scholar?oi=bibs&cluster=9666676185561333814&btnI=1&hl=pt-BR>. Acesso em: 12 março, 2023.

ZORZAL, E. R.; et al. 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: 08 abril, 2023.

ANEXO A — Termo de Consentimento

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**Impactos da Realidade Aumentada no processo de aprendizagem de Geometria Espacial no Ensino Fundamental****Matheus da Cruz Pereira¹****Paulo Henrique das Chagas Silva²**

¹Aluno do curso de Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Campus Pau dos Ferros.

²Professor do Curso de Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Campus Pau dos Ferros.

Você está sendo convidado a autorizar a participação de seu/sua filho(a) e/ou menor sob sua responsabilidade como voluntário de uma pesquisa para um Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, visa assegurar o direito do menor como participante e é elaborado em uma via, assinada e rubricada pelo graduando e pelo responsável legal, sendo que a via deverá ficar com o graduando.

Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com o graduando. Não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo se você não aceitar que o menor sob sua responsabilidade participe ou retirar sua autorização em qualquer momento.

Objetivo:

Identificar os principais impactos da Realidade Aumentada como ferramenta de auxílio a aprendizagem de Geometria Espacial em alunos do Ensino Fundamental.

Procedimentos:

Participando do estudo, o menor sob sua responsabilidade estará sendo convidado a: aprender sobre os sólidos geométricos tais como sua classificação e características a partir de um aplicativo de realidade aumentada. Também poderá responder questionários ou entrevistas sobre as tarefas realizadas. Sua participação terá duração máxima prevista de 3 encontros de 50 min/a, e os registros poderão ser feitos através de diário de campo, folhas de respostas e fotografias.

As atividades serão realizadas de forma individual e/ou em grupo.

Desconfortos e riscos:

Por se tratar de uma pesquisa experimental de aplicação de prática didática em ensino de matemática, com resolução de exercícios em sala de aula, não há riscos diretos identificados de antemão.

Benefícios:

Prevemos como benefício a médio e longo prazo, um maior entendimento do aluno acerca do conteúdo de sólidos geométricos e maior facilidade de visualização de objetos em 3D.

Sigilo e privacidade:

Você tem a garantia de que a identidade do menor sob sua responsabilidade será mantida em sigilo e nenhuma informação será dada a outras pessoas que não façam parte da equipe de pesquisa. Na divulgação dos resultados desse estudo, seu nome não será citado.

Contato:

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, se precisar consultar esse registro de consentimento ou quaisquer outras questões, você poderá entrar em contato com o graduando Matheus da Cruz Pereira. Endereço: Rua Senhor Nogueira, 340, Nossa Senhora de Lourdes. Uiraúna/PB. CEP: 58915-000. Telefone: (83) 99891-2412. E-mail: matheus.pereira82334@alunos.ufersa.edu.br. E também com o professor

orientador Paulo Henrique das Chagas Silva. Endereço: BR 226, km 405, São Geraldo. Pau dos Ferros/RN. CEP: 59900-000. UFERSA, sala 10. Telefone: (84) 99913-2151. E-mail: paulo.silva@ufersa.edu.br.

Consentimento livre e esclarecido:

Após ter recebido esclarecimentos sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos e métodos previstos, autorizo (nome do menor)

_____ a participar
desta pesquisa.

_____ Data:
____/____/____.
(Assinatura do responsável legal)

Responsabilidade do Graduando:

Asseguro ter explicado e fornecido uma via deste documento ao participante. Comprometo-me a utilizar o material e os dados obtidos nesta pesquisa exclusivamente para as finalidades previstas neste documento ou conforme o consentimento dado pelo participante.

_____ Data:
____/____/____.
(Matheus da Cruz Pereira)

ANEXO B — Termo de assentimento

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**Impactos da Realidade Aumentada no processo de aprendizagem de Geometria Espacial no Ensino Fundamental****Matheus da Cruz Pereira¹****Paulo Henrique das Chagas Silva²**

¹Aluno do curso de Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Campus Pau dos Ferros.

²Professor do Curso de Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Campus Pau dos Ferros.

Você está sendo convidado a autorizar a sua participação como voluntário de uma pesquisa para um Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Este documento, chamado Termo de Assentimento Livre e Esclarecido, visa assegurar o direito do menor como participante e é elaborado em uma via, assinada e rubricada pelo graduando e pelo participante, sendo que a via deverá ficar com o graduando.

Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com o graduando. Não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo se você não aceitar.

Objetivo:

Identificar os principais impactos da Realidade Aumentada como ferramenta de auxílio a aprendizagem de Geometria Espacial em alunos do Ensino Fundamental.

Procedimentos:

Participando do estudo, você estará sendo convidado a: aprender sobre os sólidos geométricos tais como sua classificação e características a partir de um aplicativo de realidade aumentada. Também poderá responder questionários ou entrevistas sobre as tarefas realizadas. Sua participação terá duração máxima prevista de 3 encontros de 50 min/a, e os registros poderão ser feitos através de diário de campo, folhas de respostas e fotografias.

As atividades serão realizadas de forma individual e/ou em grupo.

Desconfortos e riscos:

Por se tratar de uma pesquisa experimental de aplicação de prática didática em ensino de matemática, com resolução de exercícios em sala de aula, não há riscos diretos identificados de antemão.

Benefícios:

Prevemos como benefício a médio e longo prazo, um maior entendimento do aluno acerca do conteúdo de sólidos geométricos e maior facilidade de visualização de objetos em 3D.

Sigilo e privacidade:

Você tem a garantia de que a sua identidade será mantida em sigilo e nenhuma informação será dada a outras pessoas que não façam parte da equipe de pesquisa. Na divulgação dos resultados desse estudo, seu nome não será citado.

Contato:

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, se precisar consultar esse registro de consentimento ou quaisquer outras questões, você poderá entrar em contato com o graduando Matheus da Cruz Pereira. Endereço: Rua Senhor Nogueira, 340, Nossa Senhora de Lourdes. Uiraúna/PB. CEP: 58915-000. Telefone: (83) 99891-2412. E-mail: matheus.pereira82334@alunos.ufersa.edu.br. E também com o professor orientador Paulo Henrique das Chagas Silva. Endereço: BR 226, km 405, São Geraldo. Pau dos Ferros/RN. CEP: 59900-000. UFERSA, sala 10. Telefone: (84) 99913-2151. E-mail: paulo.silva@ufersa.edu.br.

Assentimento livre e esclarecido:

Após ter recebido esclarecimentos sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos e métodos previstos, aceito participar da pesquisa.

____/____/____.

(Assinatura do participante)

Data:

Responsabilidade do Graduando:

Asseguro ter explicado e fornecido uma via deste documento ao participante. Comprometo-me a utilizar o material e os dados obtidos nesta pesquisa exclusivamente para as finalidades previstas neste documento ou conforme o consentimento dado pelo participante.

____/____/____.

(Matheus da Cruz Pereira)

Data: