



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS OEIRAS
CURSO LICENCIATURA EM FÍSICA

LUÍS FERNANDO ALVES DOS SANTOS

**A UTILIZAÇÃO DO MATERIAL DIDÁTICO BASEADO EM REALIDADE
AUMENTADA COMO ESTRATÉGIA EDUCACIONAL NO CONTEÚDO DE
ÓPTICA GEOMÉTRICA PARA ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO**

OEIRAS-PI

2023

LUÍS FERNANDO ALVES DOS SANTOS

A UTILIZAÇÃO DO MATERIAL DIDÁTICO BASEADO EM REALIDADE
AUMENTADA COMO ESTRATÉGIA EDUCACIONAL NO CONTEÚDO DE ÓPTICA
GEOMÉTRICA PARA ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para obtenção do
diploma do Curso de Licenciatura em Física do Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí,
Campus Oeiras.

Orientador: Prof. Dr. Rodolpho Carvalho Leite

OEIRAS-PI

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Santos, Luís Fernando Alves dos

S237u A utilização do material didático baseado em realidade aumentada como estratégia educacional no conteúdo de óptica geométrica para estudantes do ensino médio / Luís Fernando Alves dos Santos. - 2023.

87 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Oeiras, 2023.

Orientador : Prof Dr. Rodolpho Carvalho Leite.

1. Ensino de física. 2. Realidade aumentada. 3. Material didático. 4. Óptica geométrica. I.Título.

CDD - 530

Elaborado por Denizete Lima de Mesquita CRB 3/1079

LUÍS FERNANDO ALVES DOS SANTOS

A UTILIZAÇÃO DO MATERIAL DIDÁTICO BASEADO EM REALIDADE
AUMENTADA COMO ESTRATÉGIA EDUCACIONAL NO CONTEÚDO DE ÓPTICA
GEOMÉTRICA PARA ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para obtenção do
diploma do Curso de Licenciatura em Física do Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí,
Campus Oeiras.

Aprovada em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. XXXXXXXXXXX XXXXXXXX (Orientador)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Dr. XXXXXXXXXXX XXXXXXXX
Instituição XXXXXXXXXXX

Prof. Dr. XXXXXXXXXXX XXXXXXXX
Instituição XXXXXXXXXXX

Dedico esse trabalho a minha mãe Aguiomar Guilherme dos Santos, que nunca mediu esforços para me proporcionar uma boa educação e que é a base de todas as minhas conquistas. Ao meu irmão Layon Matheus Alves dos Santos, minha bisavó Beliza Santos, minhas avós Maria dos Reis Santos e Maria Lenícia Alves Pereira, meus avôs José Guilherme da Rocha e Raimundo Nonato Pereira, meu tio Dário Cristiano Alves Pereira, minha tia Ariane Guilherme dos Santos e ao meu pai Francisco Sérgio Alves Pereira, que também me incentivaram e apoiaram nos momentos difíceis.

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente a Deus por me proporcionar a vida, saúde e forças para lidar com todos os momentos difíceis que enfrentei ao longo desse percurso, me permitindo superar dia após dia e não desanimar em momento algum, principalmente na realização desse trabalho.

Agradeço também ao IFPI – Campus Oeiras e todos os seus servidores, que foram de suma importância para todo o meu processo de formação profissional como futuro docente e por todos os ensinamentos proporcionados ao longo desse percurso.

Agradeço a todos os/as professores, de forma especial ao meu orientador Prof. Dr. Rodolpho Carvalho Leite, a Prof^ª. Ma. Juliana Oliveira de Malta, o Prof. Dr. Lourival da Silva Burlamaqui Neto e Prof. Me. Fábio Luiz Almeida Rolim por todas correções, contribuições e orientações, que contribuíram de forma significativa tanto para o desenvolvimento desse estudo, como para a construção do meu perfil profissional.

Agradeço a escola de Centro Estadual de Tempo Integral – CETI Rocha Neto, de uma forma especial aos estudantes da 3ª série “A” do Ensino Médio que aceitaram participar desse estudo e também a professora Elisangela e a gestora Vitória Régia que me acolheram e permitiram aplicar essa pesquisa.

A todos os meus colegas agradeço de forma especial aqueles que contribuíram diretamente como a Conceição de Maria, Luis Marciel, Matheus Sousa, Rafael Rodrigues, Raylene Cavalcante e Sara Wanderléia pelo apoio incondicional em todas as etapas do curso. E aos demais colegas por todas as trocas de conhecimentos, pela união nos momentos difíceis que proporcionaram uma relação que vai além de colegas de curso, nos tornamos amigos para a vida. Além disso, eles me ajudaram a ser uma pessoa melhor e conseqüentemente um acadêmico e futuro profissional docente melhor também.

“Se você tem um sonho, lute por ele, mesmo que todos te chamem de louco, sonhador e tentem te impedir de realizá-lo. Afinal, o sonho é teu, e o único que deve acreditar nele é você”.

P.C Brunório

RESUMO

O ensino de Física de forma geral, possui algumas peculiaridades em sua disseminação, principalmente no que diz respeito ao Ensino Médio. Dessa forma, esse estudo tem como objetivo inserir um material didático potencialmente significativo no conteúdo de Óptica Geométrica baseado na aprendizagem significativa de Ausubel na perspectiva de Moreira (2006), contribuindo para com o ensino-aprendizado dos estudantes da rede pública do município de Oeiras-PI. Tendo em vista as estratégias utilizadas em sala de aula, como uma abordagem histórica de conceitos, a promoção de atividades experimentais que proporcionaram uma maior criatividade e interação, além da inserção de um protótipo de Realidade Aumentada Móvel desenvolvido para minimizar os impactos educacionais causados com ausência de laboratórios de Física e de aspectos visuais relacionados aos eventos físicos. Para isso, optou-se pela realização de um estudo misto, com abordagem qualitativa e quantitativa, dentro de uma classificação de pesquisa exploratória, para em um primeiro momento verificar os conhecimentos prévios a partir de um questionário estruturado. O segundo momento consistiu na aplicação do material didático, seguido do pós-questionário para avaliar as aprendizagens adquiridas e posteriormente no terceiro momento evidenciou-se a investigação do recurso tecnológico com base em um questionário semiestruturado de acordo com o modelo *MARREA* alinhado a escala de *Likert*, além de um questionamento aberto para os participantes destacarem suas considerações sobre mecanismo utilizado. Levando-se em consideração a coleta de dados obtidos a partir da análise dos instrumentos avaliativos, destaca-se que os resultados alcançados foram positivos, pois as estratégias utilizadas foram capazes de promover situações de novas aprendizagens relacionadas aquelas já existentes na estrutura cognitiva dos estudantes. Destarte, concluiu-se que o desenvolvimento conceitual, as práticas experimentais assim como o protótipo de Realidade Aumentada, culminaram em aspectos relevantes tanto para a compreensão do conteúdo, como em fatores relacionados à interação, motivação, engajamento e aprendizagens ativas, contribuindo positivamente para as mudanças das perspectivas que os estudantes tinham em relação a disciplina de Física.

Palavras-chave: Ensino de Física. Ensino Médio. Material Didático. Óptica Geométrica. Realidade Aumentada.

ABSTRACT

The teaching of Physics, in general, has some peculiarities in its dissemination, especially concerning high school education. Thus, this study aims to introduce a potentially significant didactic material in Geometric Optics content based on Ausubel's meaningful learning within Moreira's perspective (2006), contributing to the teaching and learning of students in the public school system in the municipality of Oeiras-PI. Considering the strategies used in the classroom, such as a historical approach to concepts, the promotion of experimental activities fostering greater creativity and interaction, and the introduction of a prototype of Mobile Augmented Reality developed to mitigate the educational impacts caused by the absence of Physics laboratories and visual aspects related to physical events. For this purpose, a mixed study was chosen, combining qualitative and quantitative approaches within an exploratory research classification, initially verifying prior knowledge through a structured questionnaire. The second phase involved the application of the didactic material, followed by a post-questionnaire to assess the acquired learning, and subsequently, in the third phase, the investigation of the technological resource was evidenced based in a semi-structured questionnaire following the *MARREA* model aligned with the *Likert* scale, alongside an open question for participants to highlight their considerations regarding the used mechanism. Taking into account the data collected from the analysis of the evaluation instruments, it is worth noting that the achieved results were positive, as the employed strategies were capable of promoting new learning situations related to those already existing in the students' cognitive structure. Thus, it was concluded that the conceptual development, experimental practices, as well as the prototype of Augmented Reality, resulted in significant aspects both for understanding the content and for factors related to interaction, motivation, engagement, and active learning, positively contributing to changes in the perspectives that students had regarding the Physics discipline.

Keywords: Physics Education. High School. Didactic Material. Geometric Optics. Augmented Reality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Área territorial do município de Oeiras-PI.....	37
Figura 2 – Marcador do espelho côncavo para RA	59
Figura 3 - Marcador do espelho convexo para RA.....	59

LISTA DE IMAGENS

Imagem 1 – Confecção do experimento Grupo A	53
Imagem 2 – Projeção de imagens no Espelho Côncavo	53
Imagem 3 – Confecção do experimento Grupo B	54
Imagem 4 - Projeção dos padrões de vibrações gerados pela voz Grupo B	55
Imagem 5 – Aplicação do protótipo de RA	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Perfil dos estudantes participantes	43
Tabela 2 – Investigação prévia de como estudantes consideram a disciplina e conteúdo pesquisado	47
Tabela 3 – Diagnóstico prévio de conhecimentos referente ao conteúdo de OG	48
Tabela 4 – Investigação da perspectiva dos estudantes após aplicação do método utilizado...	51
Tabela 5 – Diagnóstico prévio da aprendizagem dos estudantes referente ao conteúdo de OG	56

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Investigação acerca da dimensão de Usabilidade do protótipo de RA Móvel	62
Gráfico 2 – Avaliação da dimensão de Engajamento do protótipo de Realidade Aumentada móvel desenvolvido.....	64
Gráfico 3 – Averiguação dos dados obtidos na dimensão de Motivação no App proposto	66
Gráfico 4 – Investigação dos aspectos apresentados na dimensão de Aprendizagem Ativa no aplicativo	67

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Questão aberta para investigar a opinião dos estudantes sobre o aplicativo	70
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

TICs	Tecnologias da Informação e da Comunicação
PI	Piauí
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFPI	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí
UFPI	Universidade Federal do Piauí
EM	Ensino Médio
EF	Ensino Fundamental
RA	Realidade Aumentada
OG	Óptica Geométrica
<i>MARREA</i>	<i>Evaluation model of Mobile Augmented Reality Educational Approaches</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
CETI	Centro Estadual de Tempo Integral
PRP	Residência Pedagógica
ES	Estágio Supervisionado
<i>PhET</i>	<i>Physics Education Technology</i>
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
<i>App</i>	<i>Application</i>
hab	Habitantes
nº	Número
TDICs	Tecnologias Digitais da Comunicação e Informação

LISTA DE SÍMBOLOS

$\%$	Porcentagem
360°	Indica o ângulo em graus de acordo com um (Círculo Trigonométrico)
P	Objeto
P'	Imagem
R	Raio
f	Foco
n	Número de Associações
α	Ângulo
θ_i	Ângulo de incidência
θ_r	Ângulo de Reflexão

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
1.1 JUSTIFICATIVA	23
1.2 OBJETIVOS	24
1.2.1 Objetivo Geral	24
1.2.1 Objetivos Específicos	25
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	26
2.1 APRENDIZAGEM DE CONCEITOS DA ÓPTICA GEOMÉTRICA NO ENSINO DE FÍSICA.	26
2.2 A IMPORTÂNCIA DO MATERIAL DIDÁTICO PARA PRÁTICAS EDUCATIVAS	31
2.3 REALIDADE AUMENTADA COMO ESTRATÉGIA EDUCACIONAL NO ENSINO DE FÍSICA PARA ALUNOS DO ENSINO MÉDIO	33
3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO	35
3.1 DELINEAMENTO DE PESQUISA	35
3.2 CARACTERIZAÇÃO DO <i>LOCUS</i> DA PESQUISA	36
3.3 INSTRUMENTOS DA PESQUISA	38
3.4 COLETA DE DADOS	42
3.5 ANÁLISE DE DADOS	44
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
4.1 LEVANTAMENTO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS NO CONTEÚDO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA	46
4.2 INSERÇÃO DE UM MATERIAL DIDÁTICO INOVADOR COMO MÉTODO COMPLEMENTAR NO ENSINO	50
4.3 CONTRIBUIÇÕES DA REALIDADE AUMENTADA PARA A CONSTRUÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	58
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	75
REFERÊNCIAS	78
APÊNDICE A – INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS: QUESTIONÁRIO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS ESTUDANTES	83
APÊNDICE B – INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS: PÓS-QUESTIONÁRIO	84
APÊNDICE C – MATERIAL DIDÁTICO	85
APÊNDICE D – TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA A REALIZAÇÃO DA PESQUISA	

.....	86
APÊNDICE E – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)	
.....	87
ANEXO A – MODELO DE AVALIAÇÃO DE ABORDAGENS EDUCACIONAIS EM REALIDADE AUMENTADA MÓVEL (MARREA)	88

1 INTRODUÇÃO

A Física, de maneira geral, é considerada pelos estudantes do Ensino Médio (EM), como uma disciplina abstrata e de difícil compreensão. Essa dificuldade muitas vezes, ocorre devido a forma como as aulas são ministradas, pois alguns professores costumam ensiná-la com base no modelo convencional, no qual eles são os únicos detentores do saber, enfatizando a si mesmo, como a figura principal de todo o processo educativo, onde os educandos são obrigados a reproduzir o aprendizado de maneira mecânica, sem o direito a questionamentos ou críticas.

Para Fontes (2022), ao colocar o professor no centro do processo de ensino, com metodologias que são baseadas na aprendizagem mecânica, memorizando fórmulas e as reproduzindo, acarreta-se sem dúvidas no mal desempenho dos estudantes. O ensino de Física, quando apresentado desta forma, não privilegia as aprendizagens dos estudantes, pois acaba os desmotivando, gerando o fator desinteresse ao aprender a disciplina, devido a sua complexidade. No entanto, aqueles docentes que estão em processo de mudança, e que buscam outras alternativas, têm esbarrado principalmente na falta de interesse do educando.

Portanto, Sales *et al.* (2017) ressalta a importância de se repensar estratégias didático-pedagógicas atuais na educação, em que o estudante seja o foco de toda ação educativa, para sanar o aspecto desinteresse dos mesmos ao estudarem a disciplina de Física. Dessa maneira, propõe-se utilizar recursos tecnológicos no contexto educacional para minimizar os impactos causados por práticas tradicionalistas e ausência de uma estrutura adequada para realização das atividades. Sendo assim, utilizou-se das observações realizadas durante o período de Estágio Supervisionado (ES) IV e do Programa Residência Pedagógica¹ (PRP), ambos foram realizados na escola Centro Estadual de Tempo Integral (CETI) Rocha Neto.

Segundo Nicola e Paniz (2016, p. 358) “esses recursos são essenciais para desenvolver a aprendizagem dos discentes, ao proporcionar meios que gerem um maior envolvimento, motivação, e consequentemente contribuindo para uma melhor compreensão do conteúdo abordado”. Quando o estudante é colocado como protagonista do processo de aprendizagem, e o professor exerce a posição de mediador do conhecimento, surge então a concepção de novas ideias, e a promoção de atividades que estimulem o aprendizado contínuo dentro e fora da sala de aula.

¹ O Programa de Residência Pedagógica – PRP, trata-se de um programa da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, onde objetiva-se fomentar projetos institucionais de residência pedagógica aos estudantes de cursos de licenciatura das Instituições de Ensino Superior, contribuindo para com a prática, vivências profissionais e para o aperfeiçoamento da formação inicial de professores da educação básica.

Com base na educação atual, Bezerra *et al.* (2009, p. 2), destaca que o ensino exige a formação de “cidadãos críticos, capazes de questionar a realidade, de resolver problemas, utilizando para isso o pensamento lógico, a criatividade, a intuição, a capacidade de análise crítica, selecionando procedimentos e verificando sua adequação”. O professor mediador é capaz de estimular a evolução dos discentes, destacando neles um senso crítico e reflexivo aguçado, sendo capaz de trabalhar suas habilidades na disciplina de Física e nas outras que compõem o seu currículo.

Destarte, optou-se por fazer uso da tecnologia de Realidade Aumentada (RA) no contexto educacional, para explorar os pontos essenciais que necessitam de atenção, e se inserir uma metodologia baseada na aprendizagem significativa de Ausubel (1968, 1978), na perspectiva de Moreira (2006, 2012, 2021). Essa aprendizagem, pode ser relacionada à construção do conhecimento relacionado à estrutura cognitiva, de forma não arbitrária, baseada na compreensão e transmissão dos conteúdos, descrevendo situações relacionadas às suas vivências para se melhorar o ensino-aprendizado (Moreira, 2021).

Para fundamentar a escolha do conteúdo a ser abordado nessa pesquisa é imprescindível se destacar um fator que contribui recorrentemente no desinteresse em estudar Física, que é a desconexão do conteúdo ministrado com conhecimentos cotidianos do educando, os quais muitas vezes se questionam o porquê de estarem estudando determinado conteúdo e como esse conhecimento vai servir para a vida dos discentes fora da escola, onde eles podem aplicá-lo? Muitas das vezes são feitos esse e vários outros questionamentos, que simplesmente não são respondidos, e isso acaba os desmotivando.

É sabido que as metodologias tradicionalistas não têm sido bem aceitas, por isso a necessidade de se utilizar outras estratégias, ressaltando a importância dos docentes conhecerem a realidade da escola e dos estudantes que a compõem. Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), a um bom tempo tem levantado essa questão, pois o documento responsável pelo regimento do (PCNEM) afirma que:

O ensino de Física vem deixando de se concentrar na simples memorização de fórmulas ou repetição automatizada de procedimentos, em situações artificiais ou extremamente abstratas, ganhando consciência de que é preciso lhe dar um significado, explicitando seu sentido já no momento do aprendizado, na própria escola média (Brasil, 2006, p. 60).

Com base nessa perspectiva, durante as aulas ministradas através do PRP foram

realizadas observações pontuais que mostram um grande déficit na aquisição de conhecimentos dos estudantes no que se refere à aprendizagem de conceitos apresentados nos conteúdos de Física, à ausência de atividades práticas que relacionem os fenômenos físicos ensinados com a realidade e ao mesmo tempo pode-se destacar o avanço tecnológico na sociedade que é visto como ponto positivo desde que utilizado da maneira correta no contexto educacional.

A inserção da tecnologia de RA² na educação é tida como uma estratégia de ensino eficiente, levando-se em consideração adversidades que o ensino tem apresentado. Os autores De Oliveira e Manzano (2016) destacam que os estudantes que nasceram na era da tecnologia digital, são chamados de nativos digitais, devido suas habilidades em acessar a internet, manusear aparelhos como celulares, computadores, *tablets* entre tantos outros com grande facilidade.

Levando em consideração os problemas encontrados, optou-se por elaborar um material didático com elementos essenciais que pudessem minimizar os impactos educacionais causados com a ausência de laboratórios de Física e de representações visuais, que sejam fiéis aos fenômenos físicos abordados. Destarte, a linguagem visual é uma referência essencial para a comunicação, podendo ser exploradas com recursos sofisticados, práticas experimentais, simulações e técnicas específicas para o manuseio das mesmas, destacando-se a inserção de computadores, *datashow*, celulares e etc. (Marcelino, E.; Marcelino, A., 2018).

Com o crescente avanço tecnológico e a disponibilidade de uma internet consideravelmente razoável na escola, o conteúdo de Óptica Geométrica foi trabalhado dando ênfase ao contexto histórico e conceitual, práticas experimentais do conteúdo abordado, para fundamentar melhor a inserção de recursos tecnológicos no cenário educacional, de tal forma que não o torne exclusivamente tecnológico, mas sim complementar, alinhando todas essas estratégias na proposta do material didático para estimular uma aprendizagem significativa

A Física é uma ciência constituída por diversos eventos, demonstrando que não tem como abordar todos nesse estudo, dessa forma foi preferível a escolha do conteúdo de OG³ para efetivação da pesquisa devido à pouca exploração do mesmo em sala de aula. Além disso, esse conteúdo pode ser muito explorado, não só no contexto educacional como também apresenta um grande potencial de aplicações cotidianas relacionadas às vivências dos estudantes.

² Levando-se em consideração ao frequente uso do termo Realidade Aumentada que é o recurso tecnológico destacado no decorrer deste estudo, daqui por diante em alguns momentos será utilizada a sua sigla RA, de tal forma que a palavra não fosse ressaltada repetitivamente.

³ A partir desse ponto, haverá momentos em que a área da Física que estuda o comportamento da luz e eventos relacionados a ela, a chamada “Óptica Geométrica” será destacada pela sigla OG, com base na sua frequente utilização.

Deste modo, foi elaborado um material didático com ênfase na parte conceitual destacando principalmente o contexto histórico, prática experimental e a inserção da RA como método educacional complementar aos docentes e discentes em sala de aula, a fim de proporcionar uma aprendizagem eficiente e prazerosa nos fenômenos de reflexão, refração e espelhos esféricos estudados no conteúdo escolhido.

A escola pesquisada possui rede de internet localizada por todas as suas instalações, no entanto não é permitido que os estudantes façam uso de aparelhos celulares sem autorização da direção ou coordenação pedagógica. Sabe-se que a grande maioria das escolas não usufruem de muitos recursos financeiros e como o material didático proposto é dividido em três partes diferentes se tornou extenso para ser impresso e entregue a todos os participantes, sendo mais conveniente a propagação do material através do *e-mail*, ou *WhatsApp* para o livre acesso dos discentes estudarem tanto em sala de aula, como também em outros lugares caso eles considerem pertinente, sendo impresso apenas os roteiros experimentais e os marcadores de RA.

Além disso, a utilização de aparelhos tecnológicos móveis possibilitam que os estudantes possam levar consigo para qualquer lugar que desejar, podendo acessar o material e baixar o protótipo de RA desenvolvido. A utilização das Tecnologias da Informação e da Comunicação (TICs) serve como ferramenta auxiliar no processo de ensino-aprendizado, possibilitando que os estudantes tenham em mãos mecanismos capazes de desenvolver o interesse, como *notebooks*, *tablets* e celulares (Araújo; Neto; De Oliveira, 2021).

Esses mecanismos tecnológicos podem contribuir para uma maior autonomia dos discentes e conseqüentemente pode provocar reflexões acerca de melhorias que estimulem seu ensino-aprendizado na disciplina de Física, promovendo assim uma análise crítica dos conteúdos abordados. Ao utilizar recursos tecnológicos no contexto educacional é possível destacar a importância da tecnologia e suas ferramentas em proporcionar uma maior flexibilidade, engajamento e criatividade no processo de construção do conhecimento dos educandos (Bulmini, 2019).

Diante disso, este trabalho foi aplicado escola da rede pública do município de Oeiras-PI, CETI⁴ Rocha Neto, onde foi apresentado aos estudantes e a professora de Física, o material elaborado, cujo o título é “Óptica Geométrica: Da História à Era Tecnológica”, que é constituído

⁴ Centros Estaduais de Tempo Integral – CETI, são escolas que funcionam em regime de tempo integral, com carga horária diária de 9 (nove) horas e adotam proposta pedagógica tendo por base a formação integral e integrada dos estudantes, fundamentadas em 4 (quatro) princípios básicos, como o aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver juntos e aprender a ser, para sua formação em todos os aspectos.

por uma breve história da OG e conceitos relacionados a ela, experimentos sugeridos para a reprodução e sala de aula, e inserção da tecnologia de RA aumenta através de um protótipo desenvolvido a princípio para o conteúdo abordado.

Consequentemente, esse estudo foi realizado com base em uma abordagem mista, tanto qualitativa como quantitativa, para analisar os dados obtidos durante a aplicação através de uma pesquisa exploratória. Dessa forma, houve uma observação direta que envolveu tanto a parte teórica, quanto a parte prática e aplicação de recursos tecnológicos envolvendo alguns fenômenos presentes no cotidiano dos estudantes acerca do conteúdo de OG, utilizando a RA.

Diante disso, foram realizadas observações e a coleta dos resultados obtidos no trabalho proposto, onde foi possível verificar as possíveis contribuições que esse recurso tecnológico proporcionou aos educandos e se a mesma foi capaz de mudar a perspectiva inicial dos mesmos com relação a disciplina de Física, que antes era tida como abstrata e de difícil compreensão.

Este estudo foi apresentado com base em três capítulos cruciais. O primeiro deles é *Fundamentação Teórica* evidenciando desenvolvimento conceitual no ensino de Física para os estudantes do Ensino Médio, com uma abordagem diferente da usual vivenciadas por eles, destacando-se uma proposta de maior disseminação de atividades experimentais em sala de aula, e a inserção da Realidade Aumentada no contexto educacional.

É de suma importância destacar também, que todos esses fatores citados dentro da fundamentação estão interligados na proposta da utilização do material didático elaborado para o ensino de Física como recurso educacional complementar aos docentes e discentes em sala de aula, explorando principalmente aspectos relevantes do conteúdo que não são apresentados no livro didático.

O segundo capítulo evidencia a importância dos *Procedimentos Metodológicos* para fundamentar os caminhos percorridos na efetivação do estudo proposto. Neles são apresentados o Delineamento da pesquisa, assim como a Caracterização do *locus* da pesquisa, seguido dos Instrumentos utilizados para a avaliação e sucedido pela Coleta e posteriormente Análise dos dados obtidos durante a realização da aplicação.

No terceiro e último capítulo, destacam-se os *Resultados e Discussões* descrevendo a investigação e consequentemente os “achados” obtidos a partir do levantamento realizado com base nos conhecimentos prévios dos estudantes acerca do conteúdo de OG, e posteriormente com a utilização do material didático abordando uma metodologia baseada na aprendizagem significativa, a fim de verificar os conhecimentos adquiridos levando-se em consideração os conceitos explorados, práticas experimentais sugeridas e interação com o *App* de Realidade Aumentada, fazendo uma relação direta dos resultados alcançados com as perspectivas dos

autores abordados neste estudo.

Por fim, apresentam-se as *Considerações Finais* onde é possível concluir que as estratégias utilizadas com base no material didático potencialmente significativo foram relevantes para os participantes desse estudo, contribuindo tanto para a compreensão dos conteúdos, como em aspectos relevantes para uma maior interação, motivação, engajamento e aprendizagem ativa. Além disso, a seguir ressalta-se a justificativa que levou a efetivação dessa pesquisa investigativa.

1.1 JUSTIFICATIVA

A temática escolhida para o desenvolvimento desse trabalho deu-se a partir das experiências vivenciadas no Programa Residência Pedagógica (PRP) e a disciplina de Estágio Supervisionado IV (ES) do curso de Licenciatura em Física, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI) – Campus Oeiras. Ambas experiências ocorreram na escola CETI ROCHA no município de Oeiras-PI, possibilitando observar o quanto a experimentação e a inserção de recursos tecnológicos no contexto educacional é capaz de desenvolver um maior interesse e gerar engajamento, diante das dificuldades relatadas pelos estudantes desta instituição de ensino.

Durante as aulas ministradas, foi possível observar que os estudantes de hoje em dia não mais se adequam ao uso de metodologias tradicionais, esse fator acaba influenciando de maneira negativa fazendo com que eles percam o interesse pela disciplina. Com base nas dificuldades observadas destaca-se principalmente o conteúdo de OG que possibilita um mundo de aprendizados que vão muito além da reprodução de cálculos e até mesmo da sala de aula, pois o mesmo possui teorias riquíssimas sobre os fenômenos de Reflexão, Refração, Absorção entre tantos outros que a compõe, assim como estudos sobre Espelhos esféricos que podem ser frequentemente observados em nosso cotidiano.

Essas observações foram essenciais para elaboração de uma estratégia que de fato viesse a contribuir para com os discentes dessa escola. Apesar do grande desinteresse apresentado inicialmente por eles, observou-se que as aulas ministradas com o auxílio de recursos tecnológicos, mostrou que os estudantes se sentiram atraídos e motivados a aprender, evidenciando que esta ferramenta é capaz de gerar uma melhor percepção do conteúdo, maior interação e entusiasmo. É notório, que a internet quando utilizada de maneira consciente proporciona novas formas de conhecimentos, e uma gama de possibilidades a serem exploradas, destacando o papel do estudante investigador do saber (Marcelino E.; Marcelino A., 2018).

Uma das principais dificuldades relatadas pelos estudantes em compreender os conteúdos de Física está relacionada aos aspectos visuais, pois as representações (desenhos) que os professores fazem no quadro acabam não contribuindo para uma melhor compreensão do conteúdo abordado devido à dificuldade de relacionar a parte teórica com a visual, levando-se em consideração que as representações ideais de fenômenos físicos são complexas. Às utilizações de recursos de RA possuem como característica uma melhor visualização de fenômenos, além de fomentar uma interatividade entre os envolvidos no processo educacional (Gonçalves; De Oliveira; Vettori, 2017).

Espera-se contribuir com o conteúdo de OG, ao utilizar o material didático proposto e a aplicação do protótipo de RA como recurso tecnológico educacional, para proporcionar um melhor ensino-aprendizado aos estudantes, relacionando todo o apanhado histórico para envolvê-los no conteúdo, e estabelecer relações em seus cotidianos.

Dessa forma é importante ressaltar que a investigação disposta no presente trabalho é de grande relevância por proporcionar direitos éticos e políticos que vão de acordo com algumas competências gerais asseguradas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), como a valorização dos conhecimentos sociais, culturais e digitais, voltados a explicação de fenômenos físicos, utilizando exemplos cotidianos que possam facilitar a aprendizagem dos estudantes (Brasil, 2018, p. 469).

Essas competências têm como características marcantes, desenvolver nos estudantes um pensamento crítico reflexivo exercitando sua curiosidade intelectual não só na disciplina de Física, assim como nas demais disciplinas presentes no currículo do EM⁵, criando uma relação direta com o cotidiano. As atividades propostas, possibilitam um raciocínio lógico e criatividade para solucionar eventuais problemas escolares que serão essenciais para a construção de suas potencialidades e habilidades, sabendo-se posicionar não só na escola, mas também na sociedade da qual eles fazem parte.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

⁵ Como o Ensino Médio é a etapa da Educação Básica escolhida para a efetivação deste estudo, no decorrer deste trabalho o termo mencionado será utilizado com frequência, desta forma, optou-se por dispor de sua sigla “EM”, em alguns momentos para não tornar esta palavra tão repetitiva, levando-se em consideração a importância dela para o desenvolvimento do mesmo.

- Promover o desenvolvimento cognitivo dos estudantes da 3ª série do Ensino Médio, através da utilização de material didático “Óptica Geométrica: Da história à era tecnológica” e um protótipo de Realidade Aumentada Móvel no contexto educacional, envolvendo o conteúdo de Óptica Geométrica na disciplina de Física, a fim de contribuir para com os educandos da escola participante.

1.2.1 Objetivos Específicos

- Desenvolver o protótipo de Realidade Aumentada Móvel para contribuir no contexto educacional dos estudantes;
- Identificar as contribuições que o material didático e o protótipo de RA, podem proporcionar aos estudantes em sala de aula na disciplina de Física e as eventuais dificuldades relatadas pelos mesmos;
- Avaliar os resultados obtidos, através da inserção do material didático e aplicação do protótipo de RA em Óptica Geométrica para a aprendizagem dos estudantes.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A apresentação deste capítulo segue a estruturação de 3 (três) subcapítulos essenciais para o embasamento teórico e a escolha dos métodos utilizados neste estudo, a fim de minimizar ou até mesmo sanar os problemas educacionais destacados anteriormente. Todos esses conceitos, fórmulas, e tecnologias utilizadas, foram unificadas em um único material, de tal forma que os estudantes possam acessá-lo por completo.

Dessa forma, o primeiro subcapítulo disposto refere-se a aprendizagem de conceitos no conteúdo de Óptica Geométrica utilizando uma abordagem histórica contextual. O segundo destaca a importância do material didático no contexto educacional, além disso, este recurso pedagógico é responsável por apresentar a união do primeiro e terceiro subcapítulo. Por fim, o terceiro evidencia a importância de utilizar a Realidade Aumentada como mecanismo tecnológico complementar no contexto educacional, desenvolvendo assim, uma didática baseada na aprendizagem significativa. Além disso, cada uma apresenta os seus respectivos autores utilizados no embasamento teórico.

2.1 APRENDIZAGEM DE CONCEITOS DA ÓPTICA GEOMÉTRICA NO ENSINO DE FÍSICA.

É de conhecimento geral que a primeira interação dos estudantes com o conteúdo de Óptica na disciplina de Física é ainda durante o Ensino Fundamental (EF), posteriormente, este tópico é trabalhado de uma forma mais abrangente no Ensino Médio. Araújo (2018), ressalta a importância de que o primeiro contato direto entre o aprendiz e o conteúdo de Óptica Geométrica seja realizado de forma mais superficial, com conceitos simples e só depois aumentar o grau de dificuldade conforme a temática seja estudada, respeitando suas etapas.

Dessa maneira, imagina-se que os alunos cheguem no EM com conhecimentos prévios no conteúdo de OG. Sendo assim, destaca-se a importância de se trabalhar a metodologia baseada na aprendizagem significativa na concepção de Moreira (2006), que possibilite adquirir novos conhecimentos a partir dos já existentes e trabalhar alguns conceitos importantes para desenvolver não somente um melhor ensino-aprendizado na disciplina, como também adquirir conhecimentos físicos que vão além da sala de aula.

Nesse sentido, busca-se trabalhar o conteúdo de OG de acordo com o que está disposto na BNCC, introduzindo uma aprendizagem que faça sentido para os estudantes, no qual eles possam compreender melhor os fenômenos cotidianos ao seu redor e como se dá o

funcionamento de alguns equipamentos que eles utilizam frequentemente, além de terem a opção de disseminar esses conhecimentos para outras pessoas.

Seguindo essa premissa, é importante ressaltar o tema 3, presente no PCNEM no conteúdo de Física, referente à parte de Óptica, destacando a temática Som, Imagem e Informação. Esses temas são responsáveis por evidenciar a natureza ondulatória da luz, no sentido de “compreender a formação de imagens e o uso de lentes ou espelhos para obter diferentes efeitos, como ver ao longe, de perto, ampliar ou reduzir imagens” (Brasil, 2006, p. 74).

A parte conceitual a ser abordada nesse trabalho levará em consideração assuntos específicos estudados no conteúdo de OG, sendo eles os fenômenos de Reflexão e Refração, os tipos de Espelhos esféricos, alinhadas aos tipos de espelhos serão abordadas as características de formações de imagens. Cada tema abordará a sua parte conceitual, de acordo com a ideia de diferentes autores que trabalham no ensino de Óptica.

De forma geral, pode-se definir o conceito de OG do ponto de vista dos autores Yamamoto e Fuke (2016), como fenômenos luminosos que permitem explicar todas as características da luz, a sua trajetória de formação de imagens, de acordo com a sua geometria, não importando o caráter da luz. É importante ressaltar também que esses são os mesmos autores do livro didático adotado pela escola que participou deste estudo, a fim de facilitar esse contato inicial referente à aprendizagem de conceitos.

O foco é estudar sobre o que mais se apresenta nos conteúdos de OG destacados nos livros didáticos do EM, buscando entender o comportamento geométrico da luz. Esse estudo é responsável por explicar como ocorre a formação das imagens em espelhos e lentes, proporcionando a visualização de objetos grandes, pequenos e distantes do observador, explicando também como ocorre os fenômenos de reflexão e refração da luz (Yamamoto; Fuke, 2016).

As abordagens dos conceitos específicos escolhidos para o desenvolvimento do trabalho são de suma importância para o aprofundamento desta pesquisa, a começar pelos fenômenos de Reflexão e Refração da luz. Para Gonçalves e Rodrigues (2022), o fenômeno da reflexão da luz ocorre quando há a incidência de raios de luz em uma superfície e eles retornam ao seu meio de origem. A ocorrência deste fato, é o que possibilita enxergarmos os objetos que estão dentro do nosso campo de visão.

Os mesmos autores também destacam outros assuntos relevantes sobre essa mesma temática, abordando os tipos de reflexão que podem ser divididas entre regular e difusa, além de uma parte sobre as leis de reflexão. Sabe-se que a 1ª lei afirma que o raio incidente, a reta

normal e o refletido são coplanares, enquanto a 2ª lei evidencia que o ângulo de incidência é exatamente igual ao ângulo de reflexão, assim como pode ser observado logo abaixo

$$\theta_i = \theta_r$$

(I)

A representação desses símbolos no conteúdo abordado é

$\theta_i \rightarrow$ Ângulo de incidência

$\theta_r \rightarrow$ Ângulo de reflexão

A parte referente ao conteúdo de Refração também é desenvolvida seguindo o mesmo direcionamento dos autores citados acima. A Refração da luz segundo Gonçalves e Rodrigues (2022) é um fenômeno onde a luz que incide de uma fonte primária sobre uma determinada superfície, passe de um meio para o outro, mudando assim, a sua velocidade de propagação, pois cada meio possui um índice de irradiação diferente.

Gonçalves e Rodrigues (2022), ainda destacam que a Refração da luz é o que permite explicar a profundidade aparente de um lago ou piscina, como é formado um arco-íris e diversos outros fenômenos da natureza. Esse conteúdo possibilita aprendizagens importantes, no que concerne ao índice, às duas leis e à refração da luz para um meio mais refringente, e para um menos refringente.

No que diz respeito aos Espelhos esféricos e à formação de imagens, busca-se fundamentar em dois diferentes trabalhos, de acordo com a proposta de conceitos apresentados e a sua relevância no conteúdo abordado. Sendo assim, podemos destacar a parte conceitual abordada por Gonçalves e Rodrigues (2022), na qual os espelhos esféricos obedecem a Óptica no seu formato geométrico, podendo ser obtidos através de um corte em uma superfície esférica refletora, originando-se assim, a chamada calota esférica, onde a sua parte refletora externa é chamada de convexa e a interna de côncava. Os autores ainda destacam as características de formação de imagens nesses espelhos, a depender da calota utilizada.

Levando-se em consideração a formação de imagens, pode-se utilizar como base os autores Almeida *et al.* (2013); Yamamoto e Fuke (2016), que destacam como ocorre a formação de imagens nos espelhos convexos e côncavos, através de pontos específicos que compõem o espelho, o eixo principal, as retas como vértice (V), e centro de curvatura (C), ponto focal (F) e seu raio de curvatura (R).

Algumas equações são fundamentais para o desenvolvimento do trabalho. Dessa

maneira, os autores também trazem algumas representações sobre os espelhos esféricos e ensinam como calcular a distância focal da seguinte forma,

$$f = \frac{R}{2} \quad (II)$$

Isolando o R na fórmula para calcular a distância focal, obtém-se a fórmula para calcular o raio,

$$R = 2f \quad (III)$$

Os símbolos utilizados são representados como,

$f \rightarrow$ Foco

$R \rightarrow$ Raio

Além da distância focal e o raio, os autores destacam como essencial para essa temática, que os estudantes saibam aplicar a equação de Gauss, assim como pode ser visualizada logo abaixo

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{P} + \frac{1}{P'} \quad (IV)$$

Para calcular a Associação de espelhos, utiliza-se a fórmula

$$n = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1 \quad (V)$$

Levando-se em consideração todos os símbolos dispostos logo acima, que foram apresentados na equação e na fórmula utilizada, suas representações são evidenciadas da seguinte forma,

$f \rightarrow$ Foco

$P \rightarrow$ Objeto

$P' \rightarrow$ Imagem

$n \rightarrow$ Número de Associações

$360^\circ \rightarrow$ Indica o ângulo em graus de acordo com um (Círculo Trigonométrico)

Haja vista a importância da abordagem conceitual, entende-se que ela seja inserida de tal forma que possa agregar positivamente no ensino-aprendizado dos estudantes de tal maneira que eles possam lograr êxito nesse processo. Para isso é necessário levar em consideração os três tipos de aprendizagem significativa de Ausubel (1968, 1978), destacadas por Moreira (2006, p. 25), que são “a representacional, a de conceitos e a proposicional”.

Segundo Moreira (2006) a representacional é um tipo de aprendizagem considerada básica e causa dependência às demais, atribuindo determinados significados a símbolos (geralmente palavras), atribuindo-se uma identificação de símbolos com seus respectivos significados (objetos, eventos e conceitos). Enquanto a proposicional, é contrária à representacional, buscando uma aprendizagem significativa não atrelada a conceitos de forma isolada ou combinada, mas buscando adquirir conhecimentos, significados das eventuais ideias em forma do que chamamos de proposição.

Destacando a principal forma de aprendizagem significativa dentre as citadas por Moreira (2006), a utilizada para estabelecer uma linha de pesquisa mais sólida e direcionada foi a de aprendizagem de conceitos, que está atrelada à representacional, por serem descritas também por símbolos particulares (genéricos ou categóricos), evidenciando a abstração de atributos essenciais (critérios dos conceitos), mas que representam grande regularidade nos eventos ou objetos a qual eles estejam vinculados.

Moreira (2006), ainda ressalta que a aprendizagem de conceito ocorre através de dois processos: formação e assimilação. A formação de conceitos ocorre ainda quando o aprendiz é uma criança que frequenta a pré-escola, e no caso do conteúdo de OG, acontece no EF, enquanto a assimilação sucede-se tanto em crianças presentes no contexto escolar como em adultos, associando ao processo dos estudantes do EM, assimilando o conteúdo abordado a seus conhecimentos subsunçores do cotidiano e de experiências educacionais anteriores atreladas às novas.

Destarte, pode-se utilizar material didático com aspecto histórico que possa ser capaz de envolver os estudantes no conteúdo, na experimentação para fortalecer o vínculo entre o aprendizado conceitual e prático, além de aplicar o uso de recursos tecnológicos para motivar,

engajar e gerar uma maior autonomia dos discentes associando os conhecimentos conceituais aos prévios para se lograr êxito o processo educacional.

2.2 A IMPORTÂNCIA DA “ÓPTICA GEOMÉTRICA: DA HISTÓRIA À ERA TECNOLÓGICA”, PARA PRÁTICAS EDUCATIVAS

Optou-se por desenvolver um material didático para os estudantes como recurso educacional complementar de aprimoramento ao processo de ensino aprendizagem, devido à falta de interesse em aprender a disciplina de Física no EM, a partir da forte influência da metodologia tradicional que ainda é muito arraigada no contexto educacional atual e que acaba distanciando os discentes do seu principal objetivo que é o aprendizado e conhecimentos físicos que podem ser explorados em seus cotidianos.

Marcelino, E. e Marcelino, A. (2018) enfatizam a importância de o estudante passar por um processo de aprendizagem bem elaborado e dirigido ao conteúdo, adquirindo conhecimento, obedecendo as etapas de ensino, seguindo um plano pedagógico ou a inserção de materiais didáticos. Porém, Moreira (2006), destaca que para uma aprendizagem significativa, torna-se necessário que o material seja potencialmente significativo e que o discente esteja motivado a aprender, não utilizando qualquer conhecimento prévio, mas um que relacione o material à sua estrutura cognitiva.

Dessa forma, a princípio foi criado um material para o conteúdo de OG visando a aprendizagem significativa, a fim de novamente despertar o interesse dos estudantes e motivá-los a aprender a disciplina de uma forma diferente do habitual, além de minimizar os impactos do ensino tradicionalista. É importante destacar também que esse material não visa substituir o livro didático utilizado nas escolas, mas sim dar um suporte à mais para os professores e estudantes em sala de aula.

O material é intitulado “Óptica Geométrica: Da História à Era Tecnológica”, onde a primeira parte apresenta um contexto histórico e conceitos de fenômenos importantes estudados na Física e presentes no nosso cotidiano. A elaboração desse, mesmo não possuindo um vínculo direto com o conteúdo abordado, parte da ideia de estruturação do trabalho realizado por De Lima (2020), que objetiva apresentar a parte conceitual da “Física de Partículas Elementares”, na perspectiva da aprendizagem significativa.

A segunda parte destaca a aprendizagem experimental referente ao conteúdo abordado, fazendo com que os estudantes coloquem em prática os conhecimentos adquiridos em sala de aula, utilizando da sua autonomia e criatividade com experimentos de baixo custo, de tal forma

que possam socializar os resultados obtidos desenvolvendo uma maior interação e troca de saberes entre os envolvidos.

Essa fundamentação baseia-se na ideia de Junior e Moraes (2015) onde os autores ressaltam a importância de experimentos didáticos para os estudantes, pois eles são responsáveis por gerar uma maior interação e motivação durante o processo. Quando os discentes se sentem motivados a aprender, eles passam a ser investigadores, orientados pelos professores no papel de mediador, em busca de novos conhecimentos relacionados aos seus subsunçores, além de estimular seu lado criativo e relacionar os fenômenos físicos com o cotidiano.

A terceira parte destaca a inserção de recursos tecnológicos no contexto educacional, na condição de método complementar aos docentes e discentes. Como este trabalho está diretamente vinculado à RA, relaciona-se o desenvolvimento desse com De Oliveira e Manzano (2016), onde os autores disponibilizam informações sobre essa tecnologia e destaca a importância de criar um material didático para relacionar com a utilização desse mecanismo, para se dar uma melhor fundamentação à pesquisa. É importante que os estudantes sejam preparados progressivamente até a implementação desse recurso, para que se logre êxito neste processo.

Vale salientar também o material didático proposto por De Oliveira (2012) foi de suma importância para a realização do estudo proposto, pois apesar de trabalhar temática diferente, envolvendo a problemática de Empuxo na Física relacionada ao filme *Titanic*, tal recurso forneceu subsídios relevantes ao desenvolvimento deste. O autor faz uso de simulações iterativas no (*Physics Education Technology – PhET Colorado*), para apresentar as ideias iniciais do conteúdo e em seguida trabalha os aspectos físicos da RA no aplicativo *LAYAR* via dispositivo móvel utilizando-se de um conhecimento com um maior grau de dificuldade.

Dessa forma, pode-se afirmar que o uso, no contexto educacional, de materiais didáticos, que sejam considerados potencialmente significativos, podem proporcionar uma aprendizagem significativa aos educandos, desenvolvendo aspectos importantes, como interação, engajamento e autonomia. Esses resultados podem ser alcançados com a utilização de conceitos relacionados aos conhecimentos prévios, para agregar no estímulo de novos conhecimentos. Afora isso, os experimentos podem desenvolver a criatividade e reforçar as aprendizagens já existentes, e os recursos tecnológicos adequados possibilitam uma maior motivação e interesse para aprender os conteúdos, além de minimizar as dificuldades encontradas durante o processo educativo.

2.3 REALIDADE AUMENTADA COMO ESTRATÉGIA EDUCACIONAL NO ENSINO DE FÍSICA PARA ALUNOS DO ENSINO MÉDIO

A difusão dos conceitos e às potenciais aplicações da RA no ensino de Física se mostram como uma ferramenta que pode ser muito explorada no campo educacional, diante da crescente inserção de recursos tecnológicos não só na sociedade, mas também nas salas de aula com o intuito de proporcionar aos estudantes denominados por Prensky (2001, p. 1), como “Nativos Digitais”, uma aprendizagem significativa a princípio no conteúdo de OG e posteriormente em vários outros na disciplina de Física.

Segundo Matos (2017 p. 8), pode-se definir a Realidade Aumentada como “uma sobreposição de objetos virtuais, gerados por computador e concebidos em três dimensões, em um ambiente real e em tempo real. Ela permite uma melhor visualização bem como um aumento da visão do usuário”. Por se tratar de uma tecnologia acessível e de “baixo custo” que pode ajudar a minimizar as problemáticas referente à ausência de laboratórios de Física nas escolas e aspectos visuais de fenômenos físicos que se aproximem da realidade.

Além disso, De Oliveira e Manzano (2016) destacam que existem muitos *softwares* de RA e um bom acervo de bibliotecas com objetos em 3D (três dimensões) gratuitos, para aqueles estudantes que possuem maior identificação, ou se interessem pela tecnologia, possam vir a criar sua própria aplicação em RA, necessitando apenas de um computador com câmera (*webcam*), podendo usufruir da sua criatividade e explorar as possibilidades e socializá-las com seus colegas a fim de melhorar a interação e obter uma aprendizagem significativa com uso deste recurso.

Como o foco do trabalho é o uso da RA para os educandos do EM, pode-se destacar o artigo escrito por Gonçalves, De Oliveira e Vettori (2017), intitulado “Avaliação do desenvolvimento de ambientes de Realidade Aumentada elaborados por alunos do ensino médio em aulas de Física”, que utiliza esse recurso tecnológico com o objetivo de avaliar o desenvolvimento e a utilização de tal sistema pelos próprios estudantes como ferramenta didática e de motivação para o ensino de Física, assim como destacado anteriormente por (De Oliveira; Manzano, 2016).

No decorrer deste estudo, os autores constataram que, através de observações em sala de aula e a aplicação de questionário, é possível identificar interação entre os discentes e uma motivação maior na hora de aprender a disciplina, sendo assim, esse recurso possui um grande potencial de aplicação, desde que seja introduzido de maneira adequada. Por isso, Moreira (2006), destaca a importância dos materiais serem potencialmente significativos, pois não basta

somente introduzir qualquer conhecimento, é necessário que ele esteja vinculado aos subsunçores para que se consiga alcançar os seus objetivos.

Existem vários aplicativos e *softwares* de RA, presentes no contexto educacional. De Oliveira e Manzano (2016) destacam alguns bastantes utilizados como *LAYAR*, o *ARToolKit*, o *FLARTOOLKIT* e o *FLARAS*. No entanto, nenhum desses apresenta em suas bibliotecas o conteúdo de OG que está sendo desenvolvido nesta pesquisa, consequentemente, isso culminou na necessidade de criar um protótipo⁶ de RA, que posteriormente possa ser um *App*, capaz de sanar este problema, e privilegiar o aprendizado dos estudantes no conteúdo abordado.

Nesse sentido, o principal autor que nos fornece subsídio para estudo é Herpich *et al.* (2016) com o trabalho intitulado “Modelo de Avaliação de Abordagens Educacionais em Realidade Aumentada Móvel”, onde eles mostram a importância da inserção das tecnologias móveis no âmbito educacional, sendo capazes de auxiliar durante o processo de ensino aprendizado. É relevante enfatizar que os autores optaram por trabalhar com RA móvel devido à grande acessibilidade de aparelhos como celulares, *tablets* e *notebooks*, presentes em sala de aula, necessitando apenas da rede de internet para utilizá-los.

O método proposto é capaz de promover uma maior motivação, interação e engajamento, de tal forma que eles pudessem relacionar seus conhecimentos prévios, com a atividade realizada e o recurso tecnológico educacional, desenvolvendo assim, uma melhor aquisição de saberes em OG e fornecendo ferramentas para que eles utilizem esse conhecimento também em situações reais no seu dia a dia.

⁶ Protótipo é a versão inicial de aplicativo ou software em construção, caracterizado pela fase de testes, construída (programado) em um curto período de tempo e aprimorado com base nas interações, para testar e avaliar a eficácia design, interface e facilidade de uso. É de suma importância destacar que em alguns momentos nesse estudo, principalmente nos *Resultados e Discussão* será utilizado o termo Aplicativo ou *App* ao invés de protótipo ou aplicação *Web* de Realidade Aumentada Móvel, devido ao modelo escolhido para a avaliação da aplicação desenvolvida.

3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

A apresentação deste capítulo refere-se ao percurso metodológico para a estruturação do estudo e da escolha dos métodos educacionais utilizados. Dessa forma, pode-se destacar a divisão em 5 (cinco) subcapítulos fundamentais para descrever como ocorreram os procedimentos executados, abordagem da pesquisa, além de esclarecer a problemática e a metodologia proposta com os respectivos materiais disponibilizados.

Destarte, o primeiro subcapítulo destaca o delineamento de pesquisa explicando a escolha da abordagem mista, com base em uma pesquisa exploratória, o segundo salienta à caracterização e investigação do *locus*, o terceiro apresenta os 3 (três) instrumentos avaliativos utilizados, o quarto detalha a coleta de dados referente aos participantes desse estudo e por fim o quinto aborda os procedimentos a serem realizados na análise de dados.

3.1 DELINEAMENTO DE PESQUISA

Essa pesquisa está inserida dentro da abordagem mista, ou seja, quali-quantitativa, onde a parte qualitativa leva em consideração a coleta de dados seguindo a etapa de um ambiente natural, cuja sua fonte é direta para a interpretação dos fenômenos dispostos e atribuição de significado aos conceitos abordados (Marconi; Lakatos, 2010). É importante reforçar que essa abordagem está atrelada a metodologia baseada na aprendizagem significativa de Ausubel (1968, 1978), na perspectiva de Moreira (2006) fornecendo subsídios necessários para lograr êxito no processo de ensino-aprendizado quando utilizados em sintonia.

Já a parte quantitativa, leva em consideração análise de dados sobre a aplicação do material didático e o protótipo de RA, levando em consideração técnicas específicas sugeridas por Knechtel (2014, p. 193), como experimentos, pesquisa exploratória, seguindo também etapas importantes, como identificação do problema, definição dos objetivos, planejamento, coleta e processamento de dados e por fim análise dos resultados obtidos. Para a efetivação dessa pesquisa utilizou-se a escala de *Likert*, com as alternativas “Discordo Totalmente”, “Discordo Parcialmente”, “Nem discordo, Nem concordo”, “Concordo” e “Concordo Totalmente”.

Por se tratar de uma descrição considerada quali-quantitativa, onde o objetivo é conceituar as inter-relações com as propriedades do fenômeno, fato ou ambiente observado, pode-se afirmar que essa pesquisa é exploratória de acordo com Marconi e Lakatos (2010), através de formulações de questões ou problemas, solucionáveis com base nas finalidades de

como desenvolver hipóteses, familiarização do ambiente e posteriormente aprofunda-se na temática abordada e clarificando os conceitos.

Destarte, realizou-se essa pesquisa na escola CETI Rocha Neto que oferta o EM disposto na Educação Básica. Apesar da escola possuir estudantes tanto da zona urbana, como rural a unidade educacional localiza-se na área urbana do município de Oeiras-PI. Para realização da coleta de dados, foi necessário a autorização por parte da Direção da escola, mediante a assinatura do Termo de Autorização para Realização de Pesquisa, disponível no (APÊNDICE D⁷), para a efetivação da mesma.

Antes do detalhamento da aplicação dessa pesquisa, é importante ressaltar tanto a escolha do conteúdo, quanto do público alvo deste estudo. O conteúdo em questão trata-se da Óptica Geométrica estudado na 2ª série do Ensino Médio. Essa temática é considerada de suma importância para o aprendizado dos educandos, porém não é tão explorada em sala de aula muito em função de estar localizada no fim do livro didático e consequentemente os docentes não conseguem ministrá-la ante do término do ano letivo.

Em consequência da adesão do Novo Ensino Médio, as aulas de Física na 2ª série foram reduzidas a uma única aula por semana, inviabilizando a aplicação na mesma, pois era necessário que os discentes já tivessem realizado um contato inicial com a temática, a fim de efetivar-se-ia um comparativo entre as metodologias. Em razão do fator tempo, não seria possível alcançar este conteúdo, dessa forma, optou-se por aplicar esse estudo na turma da 3ª série “A”, levando em consideração que os estudantes tiveram acesso às aulas de OG.

Com base nas observações realizadas através das aulas ministradas no PRP, foram notadas algumas falhas na aprendizagem dos estudantes, e para buscar amenizá-las ou até mesmo saná-las, optou-se pela elaboração de um material didático complementar para os docentes e discentes em sala de aula, cujo título é “Óptica Geométrica: Da História à Era Tecnológica”, dividido em 3 (três) partes, destacando a aprendizagem histórica e de conceitos, a experimentação em sala de aula, e inserção da RA no contexto educacional através de um protótipo desenvolvido especificamente para a temática abordada, buscando alcançar uma aprendizagem significativa.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DO *LOCUS* DA PESQUISA

⁷ Os APÊNDICES D e E, foram adicionados para a comprovação da autorização por parte da Direção e estudantes respectivamente da escola CETI Rocha Neto, e o TCLE foram assinados ainda com o título do trabalho apresentado no pré-projeto, no entanto, com base em algumas considerações, optou-se por reescrevê-lo de uma outra forma na monografia.

O município de Oeiras-PI está localizado no Vale do Rio Canindé, como pode ser observado logo abaixo na Figura 1. A área territorial é de 2.703,138 km², com uma população estimada em 38.161 pessoas, cuja a densidade demográfica é de 14,12 hab/km² (IBGE, 2022). No que se refere à educação no município na zona urbana, o censo do IBGE do mesmo ano, aponta que existem 12 (doze) escolas de EM, possuindo 9 (nove) estaduais, 1 (uma) de nível federal, 4 (quatro) do setor privado.

Figura 1 – Área territorial do município de Oeiras-PI



Fonte: IBGE⁸

Como exposto anteriormente, é possível verificar que a grande maioria das escolas do município ofertam o Ensino Médio Regular, dessa forma optou-se por efetivar a pesquisa em uma escola da rede pública de ensino. A escolha baseou-se nas observações realizadas durante o Estágio Supervisionado IV e o Programa Residência Pedagógica, ambos no CETI Rocha Neto, pois além de está habituado e conhecer a realidade da escola, entende-se que é possível desenvolver um método que contribua para com o ensino-aprendizado dos estudantes.

A escola CETI Rocha Neto, oferta a etapa de EM, com turmas de (1^a, 2^a, e 3^a) séries, composta por 9 (nove) turmas no total, sendo 3 (três) de cada uma das séries, onde as mesmas são identificadas por “A”, “B” e “C”. No entanto, só foi possível aplicar essa pesquisa na turma da 3^a série “A”, limitando-se apenas à qual estava vinculada à atuação do Residente/Estagiário, além de levar em consideração o fator tempo. Ela é composta por 29 (vinte e nove) estudantes

⁸ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Cidades e Estados:** Oeiras-PI. Censo 2022. Piauí: IBGE, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pi/oeiras.html>. Acesso em: 7 abr. 2023.

matriculados, onde foi realizada a entrega do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) disponível no (APÊNDICE E).

Após a entrega do TCLE, houve um diálogo entre o investigador e os estudantes, explicando-os que a disciplina a ser avaliada é a de Física, e de maneira mais específica a temática de OG. O simples fato de mencionar à Física como foco da pesquisa para os discentes, influenciou diretamente na quantidade de participantes, onde a amostra inicial obtida por esse estudo, limita-se a 17 (dezessete) voluntários, mostrando que os mesmos recuaram diante da forte abstração e o alto grau de complexidade que eles consideram nessa disciplina, culminando no fator desinteresse.

O público alvo dessa pesquisa está entre 16 a 18 anos de idade, com isso, 4 (quatro) dos 17 (dezessete) estudantes, assinaram o TCLE a punho e entregaram no mesmo dia, enquanto os demais participantes (menores de idade) entregaram na aula seguinte, após seus responsáveis legais efetivarem as assinaturas dos termos, possibilitando que eles participassem desse estudo. No entanto é importante informar que durante o processo de aplicação no decorrer das aulas, 5 (cinco) participantes faltaram a aplicação, obtendo assim, uma amostra de apenas 12 (doze) educandos.

3.3 INSTRUMENTOS DA PESQUISA

Esse estudo levou em consideração três instrumentos avaliativos, onde dois deles foram utilizados para realizar um comparativo entre metodologias propostas. O primeiro é composto por questões objetivas referentes ao conteúdo de OG e o segundo busca verificar o protótipo de RA desenvolvido com questões a serem avaliadas conforme a escala de *Likert* e um questionamento (aberto), possibilitando assim, que os participantes opinem com relação à experiência que tiveram durante o uso do *App*, além de contribuir para eventuais melhorias deste mecanismo, já que ele está em fase de desenvolvimento.

Os instrumentos utilizados para a coleta de dados, seguiram uma ordem de perguntas organizadas e bem elaboradas, buscando manter sempre um alinhamento das tarefas organizacionais e administrativas, com os conhecimentos científicos, que se deseja alcançar (Marconi; Lakatos, 2010). Com base na organização destacada pelas autoras, esses materiais foram elaborados, evitando respostas condicionadas, e consequentemente a não contaminação dos dados coletados.

Dessa forma, utilizou-se uma linguagem considerada apropriada à etapa de escolarização dos participantes, onde as questões seguiram uma ordem de estruturação

conveniente aos objetivos da pesquisa. Apesar dos questionários possuírem respostas em sua maioria objetivas, as questões foram elaboradas, pensando tanto em seus conhecimentos físicos como também cotidianos, de tal forma que os estudantes pudessem lograr êxito na resolução, e contribuir da melhor maneira possível para uma aprendizagem significativa.

Realizou-se uma investigação acerca das metodologias utilizadas, para verificar se há diferenças entre elas, e quais são os pontos positivos e negativos a serem destacados a partir da conclusão que será obtida. Inicialmente aplicou-se um questionário prévio (APÊNDICE A), baseado em Vieira *et al.* (2019) com objetivo analisar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca do conteúdo de OG, também levou em consideração o livro didático de Yamamoto e Fuke (2016). A aplicação desse instrumento avaliativo teve duração de 1 aula que corresponde a 1 (uma) hora, ou seja, 1(uma) hora/aula.

Após isso, na aula seguinte, foi apresentado aos participantes o material didático desenvolvido com base em (Brito, 2020; Lima, 2020; Silva, B., 2010; Silva, D., 2016; Yamamoto; Fuke, 2016; Young; Freedman, 2016), intitulado como “Óptica Geométrica: Da História à Era Tecnológica”, que foi dividido em três partes diferentes, onde a Parte I buscou apresentar a história da óptica e seus principais conceitos, destacando os fenômenos físicos importante da OG, a Parte II desenvolveu a realização de práticas experimentais em sala de aula, enquanto a Parte III destacou a utilização do *App* (protótipo) de RA Móvel desenvolvido a princípio para a temática abordada.

Foram necessárias 2 (duas) aulas para a apresentação do projeto e aplicação da Parte I com aulas dialogadas, foram apresentadas a história da óptica e quais os cientistas que contribuíram para com esta área de estudo, possibilitando os conhecimentos que possuímos atualmente, além de levar em consideração as contribuições que os estudantes apresentaram durante as aulas, tornando-as mais ricas em saberes e interativas.

A aplicação da Parte II teve uma duração de 4 (quatro) aulas. Além de aulas dialogadas, também foram abertas à interação, destacando principalmente os conceitos cotidianos da OG. Ademais, os estudantes foram preparados aos poucos para efetivação de dois experimentos dispostos no material, através dos roteiros de aplicação. A etapa seguinte consistiu na divisão dos grupos para confeccionar as experiências propostas, e estudos dos fenômenos físicos envolvidos para apresentarem aos seus colegas, desenvolvendo o trabalho em equipe, a criatividade e interação durante a execução.

Após a divisão, o Grupo “A” foi composto por 6 (seis) estudantes, e o “B” com a mesma quantidade. Em seguida, houve o sorteio dos temas, onde o Grupo “A”, foi contemplado com o experimento de “Espelhos esféricos: côncavos e convexos” e o “B” com a prática de “Como

enxergar a sua própria voz ?”. Foram realizadas as confecções, execuções e apresentações dos conceitos físicos envolvidos nos experimentos, além disso, a prática proporcionou a troca de conhecimento entre os próprios discentes.

Essas atividades proporcionaram a aplicação do segundo instrumento avaliativo (APÊNDICE B), baseado em Vieira *et al.* (2019); Yamamoto e Fuke (2016), com o objetivo de analisar os resultados obtidos nessa prática pedagógica. Dessa maneira, possibilitou-se realizar um comparativo entre as metodologias utilizadas e verificar se houve de fato uma aprendizagem significativa com base no método aplicado nesse material.

A Parte III foi explorada no decorrer de 2 (duas) aulas. A primeira buscou apresentar os conceitos de OG relacionadas às situações cotidianas envolvendo Espelhos esféricos e na inserção das tecnologias no contexto educacional, a fim de minimizar os impactos educacionais referente a ausência de laboratórios de Física, baixa promoção de atividades experimentais devido à complexidade de representação de fenômenos físicos, assim como a dificuldade de representação de aspectos visuais próximos da realidade. Dessa forma, foi proposto a utilização da RA no conteúdo abordado para proporcionar simulações que contribuam para o ensino-aprendizado dos estudantes.

Para analisar o protótipo de RA desenvolvido através de programação *Web* no site *Glitch*⁹, voltada ao conteúdo de OG, com elementos (espelhos 3D) tridimensionais criados no *3D Builder*¹⁰, utilizando como base o modelo metodológico elaborado por Herpich *et al.* (2019), Modelo de Avaliação de Abordagens Educacionais em Realidade Aumentada Móvel (Evaluation model of Mobile Augmented Reality Educational Approaches - *MAREEA*), que é responsável por avaliar as dimensões de Usabilidade, Motivação, Engajamento e Aprendizagem Ativa.

Para verificar cada uma das dimensões avaliadas, utilizou-se, como fundamentação a metodologia da aprendizagem significativa de Ausubel (1968, 1978), no ponto de vista de Moreira (2006), através do material didático para auxiliar o processo de aprendizado dos estudantes, respeitando assim as etapas, envolvendo-os durante a aplicação e estimulando-os no ensino de Física de forma geral.

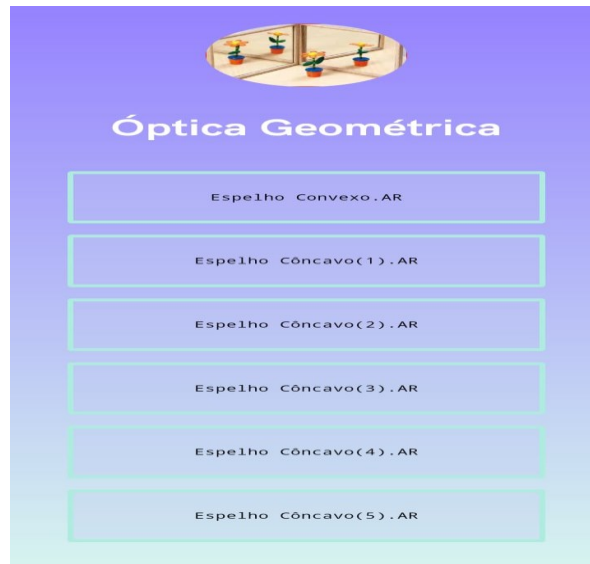
⁹ *Glitch* é uma plataforma de programação *Web* aberta, utilizada por programadores em fase inicial, profissionais e educadores. Nesta plataforma, podem ser desenvolvidas aplicações de Realidade Virtual (RV), Realidade Aumentada (RA), possibilitando a criação de projetos pessoais, profissionais e educacionais de maneira interativa, fácil e gratuita. O site pode ser acessado através do link: <https://glitch.com/>.

¹⁰ *3D Builder* é um software de modelagem 3D gratuito, disponível para o sistema operacional do Windows, além disso, o programa permite a o usuário criar objetos 3D de forma prática, proporcionando também acesso a alguns objetos já existentes disponíveis em sua biblioteca. Possui uma interface simples de se utilizar, permitindo rodar e ajustar aquilo que se deseja imprimir.

Como não foi encontrado nenhum aplicativo de Realidade Aumentada Móvel no conteúdo de Óptica, foi desenvolvido uma aplicação *Web* (protótipo) a princípio para conteúdo OG no site *Glitch*, com elementos (espelhos 3D) criados no *3D Builder* e desenvolvidos com base nas características de formação de imagens dos espelhos côncavos e convexos.

A Figura 2 apresenta a tela inicial do protótipo de RA no conteúdo abordado. A versão é composta por 6 (seis) botões, onde cada um é responsável por direcionar as pessoas que estão utilizando a tecnologia para câmera do site *Glitch* através de links e realizar o reconhecimento de seus respectivos marcadores.

Figura 2 - Tela inicial do Protótipo de RA



Fonte: Autores, 2023.

Dessa forma, a última aula pertencente à Parte III foi utilizada para acessar as aplicações desenvolvidas de acordo com o conteúdo abordado, onde os participantes acessaram o App em seus aparelhos celulares e ao clicarem nos botões disponíveis, foram direcionados à câmera do site *Glitch* através de um link, os direcionando para a respectiva RA, de acordo com os marcadores (imagens) dos espelhos esféricos disponíveis, os permitindo visualizar a sobreposição dos elementos 3D registrados

Por conseguinte, eles tiveram a oportunidade de interagir com esses elementos gerados, assegurando uma melhor visualização das partes que constituem o espelho, proporcionando-os uma maior aprendizagem com dinamicidade e engajamento. Alinhado aos fatores destacados, foi possível observar que essa atividade promoveu uma maior motivação e interesse por parte dos estudantes, pois além deles aprovarem esse método, eles pediram por mais atividades nesse sentido, em outros momentos nas aulas de Física.

O terceiro e último questionário, é um método de avaliação *MARREA* que tem como objetivo avaliar o recurso tecnológico de Realidade Aumentada Móvel no ensino de Física, verificando as experiências com relação ao uso e as aprendizagens adquiridas, mediante a interações ocorridas no decorrer da aplicação, com base na investigação das dimensões de aprendizagem propostas.

O instrumento avaliativo possui questões objetivas, tendo como base a avaliação de fatores de qualidades estabelecidos nas dimensões de Usabilidade, Engajamento, Motivação e Aprendizagem Ativa, alinhadas a escala de *Likert* e com o acréscimo de uma questão aberta. É importante informar que o questionário desenvolvido por Herpich *et al.* (2019) é composto por 37 (trinta e sete) questões utilizadas para avaliar os fatores de qualidades apresentadas nas dimensões avaliadas, no entanto, neste houve uma redução para 16 (dezesesseis) questões, sendo 4 (quatro) para cada dimensão do *MARREA* disponível no (ANEXO A), pois entende-se que algumas delas não eram relevantes para esse estudo do *App*, além de se tornarem exaustivas para os discentes que participaram da pesquisa.

Dessa maneira, os participantes responderam os questionários de acordo com a escala de *Likert*, utilizando-se de respostas objetivas, com uso das alternativas “Discordo Totalmente”, “Discordo Parcialmente”, “Nem discordo, Nem concordo”, “Concordo” e “Concordo Totalmente”, para observar o nível de discordância/concordância. Também foi apresentada uma questão aberta para que os estudantes possam fazer suas considerações com relação ao uso dessa ferramenta educacional, e sugestões de melhorias para o desenvolvimento, já que a mesma se trata de um protótipo.

3.4 COLETA DE DADOS

Para fundamentar essa pesquisa, foi realizado um levantamento sobre o perfil dos estudantes da 3ª série do EM da escola CETI Rocha Neto no município de Oeiras-PI. O detalhamento do perfil se dá pelas variáveis qualitativas como (sexo, idade, série e residência), já que a mesma possui discentes das zonas urbana e rural. Para salientar estas variáveis, foi construída uma tabela tanto com os dados qualitativos, como os quantitativos, evidenciando o número de participantes e a sua respectiva percentagem.

Tabela 1 – Perfil dos estudantes participantes

Variáveis	n°	%
Sexo		
Feminino	9	75,0
Masculino	3	25,0
Idade		
Menos de 16	0	0
Entre 16 e 1	12	100
Mais de 18	0	0
Série		
3 A	12	100
Residência		
Zona urbana	10	83,3
Zona rural	2	16,7

Legenda: n° (Número) e % (Porcentagem).

Fonte: Autores, 2023.

Os resultados demonstrados na Tabela 1, nos mostra majoritariamente o número de estudantes do sexo feminino que anseiam por um maior aprendizado, ou seja 75%, enquanto uma pequena parcela de 25% do sexo masculino mostrou interesse em participar desta pesquisa. Esses dados podem ser ainda mais relevantes, se levarmos em consideração as estatísticas levantadas pelo IBGE¹¹ (2019), referente ao número de estudantes que conseguem finalizar o ensino médio no país.

Buscando justificar o levantamento dos estudantes com base no sexo feminino e masculino nesse estudo, pode-se levar em consideração o censo do IBGE (2019) cujo o objetivo é verificar à nível nacional a quantidade de pessoas que haviam finalizado o EM no país de acordo com o sexo. Evidenciando os resultados obtidos na pesquisa do IBGE, que destaca uma porcentagem de 51% das mulheres concluíram o Ensino Médio Completo, enquanto menos da metade dos homens com o percentual de 46,3% conseguiram cumprir esta etapa.

Esses dados fornecidos na pesquisa realizada pelo IBGE (2019), servem para evidenciar que os números de estudantes do sexo feminino têm demonstrado um maior interesse nas aulas de forma geral, comprovando o porquê de o público feminino conseguir lograr maior êxito na conclusão do EM no país, quando comparadas com o público masculino.

Pode-se observar que a maioria dos participantes desse estudo podem ser considerados estudantes regulares, pois estão na idade ideal com relação à respectiva turma que eles frequentam. Os mesmos possuem idades entre 16 e 18 anos, e todos fazem parte da mesma

¹¹ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **PNAD Educação 2019: Mais da metade das pessoas de 25 anos ou mais não completaram o ensino médio.** Estatísticas Sociais. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/28285-pnad-educacao-2019-mais-da-metade-das-pessoas-de-25-anos-ou-mais-nao-completaram-o-ensino-medio>. Acesso em: 7 abr. 2023.

turma, a 3ª série “A” do Ensino Médio Regular de uma escola estadual da rede pública do município de Oeiras-PI.

A participação do estudo realizado era de livre escolha dos educandos, e como ela não estava vinculada bonificações e pontuações extras referente a disciplina de Física, inicialmente pouco mais da metade da sala mostrou interesse em participar, evidenciando o desinteresse deles em obterem aprendizados sobressalentes no conteúdo de OG. Além disso, os discentes teriam a oportunidade de participarem de atividades que viessem a contribuir para uma maior autonomia em seus estudos.

A fase inicial da pesquisa contou com 17 (dezessete) estudantes, no entanto, 5 (cinco) deles faltaram a aplicação seguinte, dessa forma a quantidade total para a realização desse estudo, contou com uma amostra de 12 (doze) participantes, que representa cerca de 41,3% de estudantes dessa turma. Essa quantidade representa pouco menos da metade da turma, que possui um total de 29 (vinte e nove), listados por ordem alfabética na 3ª série “A” da escola onde esta pesquisa foi realizada.

3.5 ANÁLISE DE DADOS

De acordo com Marconi e Lakatos (2010, p. 151), a análise refere-se a tentativa de evidenciar as relações existentes entre os fenômenos estudados e outros fatores considerados importantes para a validação da pesquisa. Além disso, é importante destacar que as tabulações dos dados ocorreram de forma mecânica, para economizar tempo, e diminuir as possíveis margens de erros, construindo assim um estudo bem fundamentado e relevante tanto para os acadêmicos, como para a sociedade geral que manifeste interesse pela temática abordada.

É de suma importância ressaltar que a pesquisa ocorreu de maneira presencial, no entanto, para a coleta e a posterior análise de dados foi disponibilizado um formulário *Google* vinculado as planilhas do *Excel*, realizando as coletas de dados dos participantes de acordo com frequência absoluta e relativa referente as variáveis qualitativas (sexo, idade, série e residência), e as médias (número de estudantes e porcentagem), assim como foram destacadas na Tabela 1.

Foram disponibilizados 3 (três) instrumentos avaliativos, o primeiro é um questionário prévio (APÊNDICE A) utilizado para verificar os conhecimentos prévios dos estudantes, o segundo é um pós-questionário (APÊNDICE B) para averiguar os conhecimentos adquiridos no decorrer das aulas ministradas com o auxílio do material didático intitulado “Óptica Geométrica: Da História à Era Tecnológica”. Por fim, o terceiro é um questionário para investigar o uso de um protótipo desenvolvido pelo autor deste trabalho, fazendo uso da RA em

dispositivos móveis.

Como as respostas foram adquiridas através de um formulário vinculado às planilhas do *Excel*, foi possível obter acesso direto aos gráficos e porcentagens referentes às coletas de dados, posteriormente viabilizou a construção das tabelas e a utilização dos gráficos disponibilizados nesse trabalho. Dessa maneira, foi possível efetivar a análise dos dados obtidos, sem margem para erros.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ressalta-se a importância de destacar o delineamento dessa pesquisa, buscando estratégias didático-pedagógicas capazes de mudar a perspectiva dos estudantes com relação ao ensino de Física para aproximá-los da disciplina através de abordagem de conceitos, práticas experimentais, e utilização da tecnologia de Realidade Aumentada Móvel. A princípio esse método foi explorado apenas no conteúdo de Óptica Geométrica, de forma que o material potencialmente significativo seja utilizado, a fim de identificar as aprendizagens alcançadas com base nas aulas ministradas. Além disso, esse estudo serviu também para avaliar as dificuldades encontradas, considerações relatadas, assim como os resultados obtidos com essa aplicação.

A análise de dados baseou-se nos resultados do questionário prévio e na aplicação do material didático de OG, seguido pelo pós-questionário e tem como objetivo comparar as metodologias e avaliar se os estudantes obtiveram uma aprendizagem significativa conforme o método de ensino proposto nesse estudo. Enfim, levou-se em consideração também a aplicação do protótipo de Realidade Aumentada Móvel desenvolvido, o relacionando a temática abordada, assim como, a sobreposição de objetos 3D, para que os discentes pudessem aprender o conteúdo de forma interativa, dinâmica, e gerando uma maior motivação.

4.1 LEVANTAMENTO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS NO CONTEÚDO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA

Cada questionário contém um total de 10 (dez) questões cada, no entanto, apenas 8 (oito) delas são referentes ao conteúdo de Óptica Geométrica, sendo 2 (duas) de cunho pessoal para verificar a metodologia proposta, buscando investigar como os estudantes avaliam a disciplina de Física, e como eles consideram as respectivas aulas que são ministradas com base nesta temática.

Com a aplicação do primeiro instrumento avaliativo para a coleta de dados referente ao questionário prévio, onde este foi dividido em duas partes diferentes, de tal forma que fosse possível efetivar as análises de como ocorreu a execução desta atividade, ressalta-se que a primeira parte é constituída por 2 (dois) questionamentos iniciais, para verificar como os estudantes consideram a disciplina de Física e a forma como as aulas são ministradas.

Tabela 2 – Investigação prévia de como estudantes consideram a disciplina e conteúdo pesquisado

Perguntas	DI	DE	MC	F	I
1) Como você considera as aulas da disciplina de física?	5 (41,7%)	0 (0%)	1 (8,3%)	1 (8,3%)	5 (41,7%)
2) E o que você pensa em relação ao conteúdo de óptica geométrica?	3 (25%)	0 (0%)	1 (8,3%)	0 (0%)	8 (66,7%)

Legenda: DI (Difícil), DE (Desestimulante), MC (Muito Conteúdo), F (Fácil) e I (Interessante).

Fonte: Autores, 2023.

De acordo com a amostra coletada na Tabela 2, é possível verificar que os estudantes da turma estão bem divididos com relação às respostas que forneceram no formulário. Cerca de 41,7%, correspondente a um total de 5 (cinco) discentes consideraram a disciplina difícil e os outros 41,7% avaliam-na como sendo interessante. A outra parcela que representa 8,3%, ou seja, 1 (um) participante, julga a disciplina como fácil, enquanto a outra parcela de 8,3% acredita que a disciplina possui muitos conteúdos em sua disseminação.

Destarte, percebe-se que os participantes consideraram a disciplina difícil e até mesmo complexa, ressaltando uma visão negativa que os estudantes possuem do ensino de Física, que muitas vezes está relacionada às metodologias que são utilizadas em sala de aula. Essa perspectiva vai de encontro com aspectos relacionados as dificuldades enfrentadas e o baixo desempenho dos estudantes na disciplina de Física, onde:

Dentre esses fatores, pode-se destacar a ênfase excessiva na Física clássica e a pouca difusão da Física moderna, o enfoque demasiado na chamada Física matemática em detrimento de uma Física mais conceitual, o distanciamento do formalismo cotidiano dos alunos, a falta de contextualização dos conteúdos desenvolvidos com as questões tecnológicas, a pouca valorização da atividade experimental e dos saberes do aluno, a própria visão da ciência, e da Física em particular, geralmente entendida e repassada para o aluno como um produto acabado (Bonadiman; Nonenmacher, 2007, p. 196-197).

Os fatores destacados anteriormente podem estar dentre as justificativas de por que esses estudantes consideram a disciplina de Física difícil. Apesar de possuir uma pequena parcela que consideram o conteúdo complexo, é possível relacionar tais dificuldades a fatos recorrentes, como a pouca disseminação contextual do conteúdo, pouca reprodução de atividades experimentais, além do distanciamento das temáticas abordadas com aspectos vivenciados no cotidiano dos estudantes.

Já no que se refere ao conteúdo de OG, os educandos possuem uma visão diferente, que pode ser evidenciada nos métodos utilizados na coleta de dados. Cerca de 25%, correspondente a 3 (três) estudantes, julgam o conteúdo como difícil. Enquanto apenas 8,3%, ou seja, 1 (um)

participante acredita que este conteúdo é extenso e a maior parcela do público deste estudo, 66,7%, acredita que a referida temática estudada é interessante.

A avaliação inicial dos discentes que se voluntariaram a participar desta pesquisa é de que a grande maioria possui uma certa afinidade com o conteúdo pesquisado, pois ele apresenta fenômenos físicos frequentemente presentes no dia a dia. Quando os estudantes chegam à escola eles já possuem conhecimentos prévios que são adquiridos em sua experiência de vida, e que são moldados na escola sem negligenciar o conhecimento adquirido pelos mesmos (Duré; De Andrade; Abílio, 2018, p. 260).

A segunda parte disposta no (APÊNDICE A), é referente à aplicação do questionário prévio e busca avaliar os conhecimentos prévios dos participantes no conteúdo de Óptica Geométrica, utilizando questões objetivas capazes de fornecer os dados necessários para a validação desta pesquisa sobre a referida temática.

Tabela 3 – Diagnóstico prévio de conhecimentos referente ao conteúdo de OG

Número de Questões	Temática Principal	AC	ER
Q1.	Fontes primárias	8 (66,7%)	4 (33,3%)
Q2.	Fonte secundária	7 (58,3%)	5 (41,7%)
Q3.	Reflexão da luz	5 (41,7%)	7 (58,3%)
Q4.	Influência da atmosfera terrestre para a propagação da luz	8 (66,7%)	4 (33,3%)
Q5.	Refração da luz	7 (58,3%)	5 (41,7%)
Q6.	Espelho convexo	8 (66,7%)	4 (33,3%)
Q7.	Espelho côncavo	7 (58,3%)	5 (41,7%)
Q8.	Formação de imagens	6 (50%)	6 (50%)

Legenda: Q (Questões), AC (Acertos) e ER (Erros).

Fonte: Autores, 2023.

De acordo com o diagnóstico realizado, a Tabela 3 é constituída por um número de questões, onde a temática principal contém as perguntas que foram utilizadas para avaliar o conhecimento prévio dos estudantes no assunto de OG, pode-se afirmar que os mesmos possuem uma boa base teórica acerca do objeto de estudo.

A Tabela 3 é formada por questões utilizadas no instrumento avaliativo, cuja a quantidade de respostas corretas e erradas está acompanhada dos percentuais de acerto e de erro, de acordo com a quantidade de participantes e suas respectivas porcentagens, reduzindo assim uma possível margem para erros, e contribuindo para a validação deste estudo.

As questões Q1, Q4 e Q6 apresentam um aproveitamento de acerto de 66,7% correspondendo a 8 (oito) estudantes, e um percentual de erro 33,3%, com 4 (quatro)

participantes que é exatamente a metade do número de acertos. Dessa forma pode-se concluir que os discentes possuem um bom conhecimento prévio referente a essas questões utilizadas para avaliar os conhecimentos dos mesmos no conteúdo de OG.

O bom aproveitamento desses questionamentos deu-se pelo fato de eles já terem estudado os assuntos relacionados às Fontes primárias, Luz e a Atmosfera terrestre desde o EF, e que revisaram posteriormente na 2ª série do EM, demonstrando um bom conhecimento prévio do conteúdo, a única exceção é a Q6, questão está considerada mais complexa quando comparada com as anteriores e que apresentou um bom resultado, tendo como temática Espelho convexo, podendo assim associar esse bom desempenho a experiências cotidianas.

No que se refere às questões Q2, Q5 e Q7, a porcentagem de acerto diminuiu para 58,3%, com 7 (sete) estudantes, enquanto o percentual de erro sobe para 41,7% com 5 (cinco) participantes. Mesmo que esses dados tenham sofrido uma pequena variação, eles ainda são considerados bons, pois a razão de acertos é maior quando comparadas com a de erros.

Analisando os resultados obtidos nos questionamentos Q2 e Q5, pode-se observar os bons resultados apresentados, pressupondo-se que as temáticas abordadas como Fontes secundárias e Refração da luz, são estudadas desde o EF, assim como as demais citadas anteriormente, o que proporcionou aos estudantes um bom conhecimento prévio, pois elas podem ser relacionadas facilmente ao seus cotidianos, adquirindo novos conhecimentos, tornando a aprendizagem desses educandos mais rica e prazerosa do ponto de vista educacional.

A temática sobre Espelho côncavo, que é referente à questão Q6 apresentou números positivos, mesmo sendo considerada um pouco mais complexa, como a do espelho côncavo disposta anteriormente. Apesar deste questionamento representar um maior grau de dificuldade em sua resolução, percebe-se que a mesma não se constituiu como um entrave no nível de conhecimento dos voluntários que a responderam corretamente.

Ao iniciar a investigação de Q8, é notório que tal questionamento apresentou uma certa dificuldade para os voluntários desta pesquisa, pois os percentuais de acertos foram proporcionais aos de erros, com 50% para cada, sendo 6 (seis) participantes respectivamente. De acordo com os dados fornecidos, pode-se afirmar que esta questão apresentou a maior dúvida por parte dos estudantes que participaram deste estudo, pois a temática trabalhada foi sobre a Formação de imagens.

A Formação de imagens geralmente é a parte em que os estudantes mais externam dificuldades no conteúdo de Óptica Geométrica, isso porque elas possuem em sua composição várias características de imagens, que podem variar de acordo com a posição que o objeto está em relação ao espelho e ao tipo de espelho.

Os Espelhos plano e convexo apresentam uma única formação de imagem, já o espelho côncavo, apresenta 5 (cinco) formações diferentes com suas respectivas características, o que gera uma certa dúvida para os estudantes, principalmente aqueles que não sabem conjugar as imagens, o que explica essa grande dúvida ao responder essa questão.

No entanto, apenas Q3 apresentou resultados negativos, pois o número de erros foi maior, quando comparado ao número de acertos. A porcentagem de erros foi de 58,3%, com 7 (sete) estudantes, enquanto os acertos representam 41,7%, com 5 (cinco) participantes. O assunto principal deste questionamento é a Reflexão da luz, fenômeno estudando frequentemente dentro do conteúdo abordado, o que causa certa excentricidade devido ao grande número de erros nesta questão, cujos conceitos são bem difundidos cotidianamente e os quais já foram apresentados em séries anteriores.

4.2 INSERÇÃO DA “ÓPTICA GEOMÉTRICA: DA HISTÓRIA À ERA TECNOLÓGICA” COMO MÉTODO COMPLEMENTAR NO ENSINO

A segunda parte desta pesquisa ocorreu após a autorização da professora da disciplina de Física responsável pela turma da 3ª série “A”, onde foram ministradas aulas expositivas acerca da temática Óptica Geométrica de acordo com o material didático elaborado com base em assuntos relacionados ao contexto histórico, seguindo as vivências cotidianas dos estudantes, a inserção de atividades práticas de baixo custo relacionadas ao conteúdo em sala de aula, e principalmente o uso da Realidade Aumentada Móvel como recurso tecnológico no contexto educacional.

Segundo os autores Moraes e Júnior (2015), para que ocorra a chamada aprendizagem significativa é necessário que os discentes, o quais estão no início do processo educacional, consigam assimilar o que está sendo aprendido, criando-se uma relação com os conhecimentos pessoais adquiridos pelo educando.

As vivências cotidianas proporcionam aos mesmos uma melhor compreensão dos fenômenos físicos abordados em sala de aula com os que são observados no dia a dia, possibilitando assim uma maior aprendizagem para os estudantes, além disso, pode ser uma forma de gerar um interesse maior pela disciplina. Para fundamentar esta pesquisa será trabalhada a aprendizagem significativa de Ausubel (1968, 1978), na perspectiva de Moreira (2006, 2012, 2021), que é referência nacional no ensino de Física e busca promover essa metodologia.

Essa parte da aplicação levou em torno de 4 (aulas) para a sua efetivação e

consequentemente para a aplicação do pós-questionário disponível no (APÊNDICE B), com o intuito de analisar o material didático como um recurso complementar aos docentes e discentes em sala de aula e quais foram as possíveis contribuições adquiridas ao longo dessas aulas, além da aquisição de conhecimentos sobressalentes aqueles que são apresentados nos livros didáticos os participantes desse estudo.

É importante destacar que, assim como ocorreu na análise da primeira parte referente ao questionário prévio, novamente foi realizada uma investigação inicial com objetivo de compreender as opiniões dos participantes sobre a disciplina de Física, assim como suas respectivas aulas. Após as aulas serem ministradas, foram verificadas se houve alterações com relação às respostas fornecidas na primeira coleta de dados, de tal forma que fosse possível explorar e analisar os resultados obtidos em ambos os casos.

Tabela 4 – Investigação da perspectiva dos estudantes após aplicação do método utilizado

Perguntas	DI	DE	MC	F	I
1) Como você considera as aulas da disciplina de física?	2 (16,7%)	0 (0%)	1 (8,3%)	2 (16,7%)	7 (58,3%)
2) E o que você pensa em relação ao conteúdo de óptica geométrica?	1 (8,3%)	0 (0%)	1 (8,3%)	0 (0%)	10 (83,4%)

Legenda: DI (Difícil), DE (Desestimulante), MC (Muito Conteúdo), F (Fácil) e I (Interessante).

Fonte: Autores, 2023.

A Tabela 4 transparece um nítido equilíbrio nos dados adquiridos, no que concerne à avaliação das categorias fácil e difícil. Os resultados obtidos para ambas as parcelas podem ser representados por um percentual de 16,7%, com 2 (dois) estudantes para cada uma. Apenas um único participante considera que a disciplina é constituída por muito conteúdo, com 8,3%. A quantidade de voluntários desta pesquisa que consideraram a disciplina interessante é de 58,3% correspondente a 7 (sete) educandos.

Com base no questionamento 2 (dois) disposto na tabela acima, quando perguntados sobre o que eles presumem a respeito do conteúdo de OG apenas 8,3% da amostra, que equivale a 1(um) discente considera o conteúdo difícil, enquanto 2 (dois) com um percentual de 16,7% acreditam que ele é fácil. A porcentagem de 8,3% é proporcional a 1 (um) participante, que afirma que o conteúdo é deveras extenso, e o percentual de 83,4% veem o mesmo como interessante.

A julgar o tamanho da amostra de participantes deste estudo, apesar de não ter um público alvo tão expressivo com relação ao quantitativo de pessoas, pode-se notar que houve resultados positivos na aplicação do pós-questionário quando se faz um comparativo com os dados obtidos no questionário prévio. Como houve uma notória mudança com relação aos

números destacados na Tabela 2, conclui-se que a metodologia utilizada foi satisfatória para os educandos.

No que diz respeito ao primeiro questionário disposto na Tabela 2, sobre o que os estudantes acham a respeito da disciplina de Física, é possível notar que eles estavam bem divididos, com base nas respostas fornecidas, onde 41,7% consideram a disciplina difícil e os outros 41,7% avaliam-na como sendo interessante, evidenciando uma certa equivalência dos dados.

Já no pós-questionário a quantidade de voluntários que acreditam que a disciplina seja difícil, diminuiu para 16,7 %, enquanto o número de participantes que julgam a disciplina como interessante subiu significativamente para 58,3%, evidenciando uma mudança positiva por parte de quem participou desta pesquisa, obtendo conhecimentos sobressalentes além de mudarem também sua perspectiva inicial com relação ao ensino de Física.

Ao analisar o segundo questionamento disposto na Tabela 2, quando perguntados sobre o que achavam do conteúdo de Óptica Geométrica, é possível afirmar que os resultados obtidos foram positivos, pois cerca 25% dos voluntários consideram o conteúdo como difícil, enquanto 66,7% acreditam que o conteúdo estudado é interessante. Dessa forma, ressalta-se a importância de ministrar os assuntos relacionados aos aspectos cotidianos dos educandos, buscando atingir uma aprendizagem significativa, além de proporcionar uma melhor interação.

O aumento no interesse dos educandos tanto na disciplina como no conteúdo, está relacionado às atividades promovidas através do uso do material didático elaborado, onde em um primeiro momento os mesmos tiveram acesso a uma aula expositiva e dialogada com intuito de gerar um interesse dos discentes no conteúdo abordado, e nas aulas seguintes foram promovidas as práticas experimentais de baixo custo e uso recursos tecnológicos educacionais.

O material didático elaborado, contém duas práticas experimentais com roteiros de produção sobre o conteúdo abordado. Para que os estudantes pudessem realizar as práticas, os mesmos foram divididos em dois grupos, “A” e o “B”, de tal forma que cada um pudesse realizar uma atividade diferente. É importante destacar que os próprios discentes foram os responsáveis pela montagem dos experimentos, com os materiais de baixo custo, e os apresentaram para seus colegas de turma, explicando os conceitos físicos relacionados a experimentação desenvolvida, assim como pode ser observado na imagem logo abaixo.

Imagem 1 – Confeção do experimento Grupo A



Fonte: Autores, 2023.

Na Imagem 1 é possível visualizar os estudantes do Grupo A, com o roteiro experimental disponível no (APÊNDICE C), utilizando os materiais de baixo custo, para elaborar um experimento envolvendo os “Espelhos esféricos”. Essa atividade promoveu uma maior interação entre os mesmos, desenvolvendo suas criatividade e uma maior autonomia ao estudar os fenômenos físicos relacionados ao experimento para apresentar para seus colegas de turma. O resultado obtido por esse grupo pode ser observado a seguir:

Imagem 2 – Projeção de imagens no Espelho Côncavo



Fonte: Autores, 2023.

Ao visualizar a Imagem 2 observa-se nitidamente a incidência e reflexão da luz, e alguns

elementos geométricos dos espelhos, como vértice do espelho, ponto focal, centro de curvatura, também é possível calcular a distância focal. No entanto, no que se refere à Formação de imagens em Espelhos côncavos e convexos, esse experimento infelizmente não nos proporciona uma boa análise na formação de imagens.

O Grupo B ficou responsável por desenvolver uma prática experimental chamada “como enxergar a sua própria voz?”, onde eles também tiveram acesso a um roteiro disponível no (APÊNDICE C). Apesar da prática ser diferente da anterior, os estudantes reproduziram o mesmo processo para essa, desde à confecção até apresentação dos fenômenos físicos abordados, assim como pode ser visto logo abaixo.

Imagem 3 – Confecção do experimento Grupo B



Fonte: Autores, 2023.

Como pode ser observado na Imagem 3, o experimento desenvolvido pelo Grupo B também possibilitou a interação através do trabalho em equipe, estimulou a criatividade e a promoção de discentes mais autônomos. Além disso, durante a realização da atividade eles demonstraram interesse em aprender mais sobre os fenômenos envolvidos, sempre realizando questionamentos relevantes e solicitando mais aulas como essas que foram aplicadas.

Isso vai de encontro com o que destaca Lorenzo (2016, p. 4), o qual afirma que é “durante a prática que os estudantes realizam muitas questões acerca do conteúdo trabalhado em sala de aula, além disso, os experimentos evidenciam uma boa aceitação e enriquecem o ensino-aprendizado dos educandos”. Com base nas produções realizadas pelo Grupo B, eles conseguiram obter este resultado destacado na imagem a seguir:

Imagem 4 - Projeção dos padrões de vibrações gerados pela voz Grupo B



Fonte: Autores, 2023.

A Imagem 4 nos evidencia um dos vários padrões obtidos como resultado da execução da prática experimental realizada pelos estudantes. Antes de destacar os fenômenos físicos relacionados, é importante ressaltar que foi registrada uma fotografia equivalente a um padrão cuja propagação da luz foi constituída por diversas linhas curvas, chamando a atenção dos educandos durante a reprodução da prática proposta.

Os discentes do Grupo B utilizaram o equipamento confeccionado para a reprodução experimental e no momento em que suas vozes entraram em contato com o balão foram gerados padrões de vibrações ondulatórias que fizeram com que a luz do *laser* possuísse um comportamento oscilatório dependendo dos graves e agudos das vozes, nos dando uma impressão de conseguirmos enxergar a própria voz.

De acordo com o que afirma Junior e Moraes (2015), quando se opta por apostar em uma nova didática e decide-se inseri-la em sala de aula, ela não deve funcionar com o único propósito de conceder aos educandos novas sensações que podem ser atribuídas com implementação de novos recursos educacionais. O ensino se constitui muito além daquilo que é considerado novo, é necessário que essas novas estratégias possuam fundamentos e estejam ligadas a aprendizagem significativa, aproximando os conteúdos estudados em sala de aula com a realidade vivenciada no cotidiano dos estudantes.

Os dados obtidos na Tabela 4, comprovaram que houve mudanças positivas, quando comparadas com a Tabela 2. Pode-se atribuir essa evolução ao tipo de metodologia utilizada, no entanto é importante destacar que ela não foi implementada de qualquer forma, foram realizadas observações ao longo das aulas ministradas através do (Programa Residência Pedagógica – PRP), na turma da 3ª série do EM, possibilitando que houvesse a inserção da

mesma.

Conforme os resultados dispostos na Tabela 4, foi possível comprovar que o método utilizado logrou resultados bem mais expressivos, onde 8,3% considera o conteúdo difícil, demonstrando uma redução, enquanto houve um acréscimo significativo na quantidade de estudantes que considera a temática estudada interessante, chegando ao percentual de 83,4%, destacando o bom aproveitamento da metodologia utilizada nesta pesquisa.

Da mesma forma como ocorreu na análise da segunda parte referente a Tabela 3, será realizada a da tabela abaixo, pois ela apresenta questões análogas à anterior baseadas no conteúdo de Óptica Geométrica, para que se possa realizar um comparativo de ambas, levando-se em consideração as respostas fornecidas e analisar a quantidade de erros e acertos que servirão como base para fundamentação e validação desta pesquisa.

Tabela 5 – Diagnóstico prévio da aprendizagem dos estudantes referente ao conteúdo de OG

Número de Questões	Temática Principal	AC	ER
Q1.	Conceitos básicos da Óptica Geométrica	10 (83,3%)	2 (16,7%)
Q2.	Reflexão da luz	7 (58,3%)	5 (41,7%)
Q3.	Formação de imagens	7 (58,3%)	5 (41,7%)
Q4.	Espelho côncavo	10 (83,3%)	2 (16,7%)
Q5.	Espelho convexo	8 (66,7%)	4 (33,3%)
Q6.	Espelhos esféricos	10 (83,3%)	2 (16,7%)
Q7.	Eclipse solar	7 (58,3%)	5 (41,7%)
Q8.	Fenômenos da Óptica Geométrica	8 (66,7%)	4 (33,3%)

Legenda: Q (Questões), AC (Acertos) e ER (Erros).

Fonte: Autores, 2023.

Ao observar os resultados obtidos na Tabela 5, é possível realizar uma investigação a partir das respostas fornecidas no pós-questionário (APÊNDICE B), para verificar os conhecimentos adquiridos pelos estudantes ao longo das aulas ministradas e do contato direto com o material didático elaborado. Através desse levantamento, é notório que a inserção do material e o uso da nova metodologia é satisfatória, pois a quantidade de acertos foi superior à quantidade de erros, em todos os 8 (oito) questionamentos realizados.

É importante ressaltar que os dados obtidos no pós-questionário só foram considerados satisfatórios devido algumas estratégias didáticas utilizadas, baseadas na aprendizagem significativa. Tais práticas desenvolvidas contribuíram para o aprendizado dos estudantes, pois eles tiveram a oportunidade de estudar com o auxílio do material didático constituído pela

história da OG, utilizando roteiros experimentais de práticas que podem ser feitas com materiais de baixo custo, tanto em sala de aula como em suas próprias casas, além de fazer uso de recursos tecnológicos capazes de promover aspectos visuais e interativos.

Os participantes deste estudo apresentaram resultados excelentes nas questões Q1, Q4 e Q6, atingindo uma porcentagem de acerto de 83,3% correspondente a 10 (dez) discentes, já no que se refere à quantidade de erros, a porcentagem é baixa, somente 16,7 % equivalente a 2 (dois) voluntários, levando em conta que amostra total é 12 (doze) estudantes.

As temáticas principais apresentadas nos questionamentos Q1, Q4 e Q6 referem-se respectivamente aos conceitos básicos da Óptica Geométrica, Espelhos côncavos e Espelhos esféricos de maneira geral. Essas temáticas foram propostas em sala de aula tanto através de experimentos práticos com matérias de baixo custo, como de aspectos visuais relacionados à sobreposição de imagens em 3D através do protótipo de Realidade Aumentada Móvel desenvolvido.

Com base no que afirma Moraes e Junior (2015), uma forma de se abordar ciência é através de experimentos didáticos, pois esses são extremamente importantes no que diz respeito à aprendizagem dos estudantes. Como já é sabido por todos, é durante a prática que os estudantes afloram suas curiosidades, questionam sobre a sua realidade e buscam respostas para as suas perguntas, gerando assim um maior interesse por parte dos mesmos e consequentemente uma maior autonomia.

As questões Q2, Q3 e Q7 apresentaram bons resultados, pois o percentual de acerto foi de 58,3% com 7 estudantes, o que equivale a uma quantidade superior à metade da amostra, e o número de erros é de 41,7% correspondente a 5 discentes. Dentre todas as questões, essas foram as que apresentaram o maior percentual de erros, mesmo assim, como pode ser observado a quantidade de erros não foi superior a quantidade de acertos, representado um aspecto positivo.

Utilizando-se dos mesmos recursos promovidos durante a estratégia anterior, foi possível obter-se bons resultados nessas questões, pois a temática principal adotada em Q2 foi bem difundida através de experimentos de baixo custo realizados em sala de aula, possibilitando que os estudantes pudessem identificar as leis da reflexão de acordo com o espelho confeccionado e utilizado por eles. Com base nos princípios da OG estudados durante a aula, os conhecimentos adquiridos possibilitaram a eles responderem questionamento Q7 referente ao Eclipse solar sem maiores dificuldades.

No entanto, a abordagem que foi utilizada em Q3, cuja temática é a Formação de imagens, buscou-se explorar as características que são atribuídas aos espelhos esféricos de tal

maneira que os estudantes pudessem conjugá-las. Para isso, foram utilizadas 6 (seis) imagens em 3D dos espelhos côncavos e convexos, criadas a partir do protótipo de Realidade Aumentada Móvel desenvolvido para que eles pudessem visualizá-las, com os seus respectivos elementos e características, saber identificar o tipo de espelho, além de compreender como as imagens eram formadas de acordo com a posição que o objeto estava do espelho.

Os questionamentos Q5 e Q8 evidenciam resultados positivos, pois o número de acertos referente a essas questões é de 66,7%, com 8 participantes, já a quantidade de erros em cada uma das respectivas questões é de cerca de 33,3%, que representa uma parcela bem abaixo da metade da amostra dos dados coletadas neste estudo. Destarte, é possível comprovar que os dados adquiridos no (APÊNDICE B) foram importantes para esse estudo, pois os resultados adquiridos, vão ao encontro à metodologia de Aprendizagem Ativa, que será abordada no terceiro instrumento avaliativo.

De acordo com os resultados obtidos em Q5 e Q8, onde as temáticas principais são respectivamente, Espelhos convexos e Fenômenos ópticos, foram trabalhados de acordo com duas vertentes. Os fenômenos ópticos ganharam maior ênfase durante a atividade experimental realizada, onde os estudantes puderam participar e relacionar os conhecimentos teóricos adquirido ao longo das aulas com a prática desenvolvida, os espelhos convexos também fizeram parte da atividade experimental, mas acabaram ganhando um incremento tecnológico em sua disseminação.

Segundo os autores Ferreira *et al.* (2020) quando o ensino é explorado com recursos como simulações, jogos, vídeos e imagens de representações importantes ou modelos difíceis de se representar fisicamente em sala de aula, o uso das (Tecnologias Digitais da Comunicação e Informação – TDICs) surge como uma alternativa eficiente. A utilização de recursos tecnológicos como a RA no contexto educacional, quando relacionadas ao cotidiano dos estudantes podem proporcionar uma aprendizagem significativa.

4.3 CONTRIBUIÇÕES DA REALIDADE AUMENTADA PARA A CONSTRUÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A última parte do material didático, diz respeito à aplicação do recurso tecnológico referente ao protótipo de Realidade Aumentada Móvel de acordo com o conteúdo de OG, buscando motivar os estudantes, gerar um maior grau de interesse, dinamismo e motivação. Além disso, espera-se que os mesmos possam desenvolver uma maior autonomia, de tal forma que eles se tornem pesquisadores responsáveis e atuantes em busca do conhecimento,

adquirindo novos conhecimentos que ao serem somados com aqueles já existentes, sejam capazes de melhorar o processo de ensino aprendizagem.

Para gerar as imagens tridimensionais adequadas para a RA é necessário que ela esteja vinculada a algum objeto real, como formas geométricas, imagens, e até mesmo o rosto do ser humano, para que haja a imersão do objeto. Dessa forma, as imagens ou mídias criadas em 3D, são associadas a um marcador registrado em um *App* ou site *Web* de acordo com o objetivo para a qual ela foi criada. Para gerar a RA desejada no aplicativo foram registradas duas figuras referentes ao conteúdo abordado.

Figura 3 – Marcador do espelho côncavo para RA



Fonte: Mundo Educação¹²

Figura 4 - Marcador do espelho convexo para RA



Fonte: Mundo Educação¹²

¹² Mundo Educação é um site educacional de grande proporção, que oferece ao seu público um conteúdo gratuito. Disponibilizando materiais sobre as mais diversas disciplinas e conteúdos, assim como essas imagens referentes aos espelhos esféricos utilizado como marcadores de Realidade Aumentada Móvel. Estas imagens estão Disponíveis em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/espelhos-concavos-convexos.htm>. Acesso em: 13 de ago. 2023.

A representação da Figura 1 é o marcador registrado no aplicativo (protótipo) referente às 5 (cinco) características de formações de imagens para a aplicação de Realidade Aumentada do espelho côncavo. Enquanto a Figura 2 é o marcador escolhido da aplicação das características, com base na representação visual tridimensional do espelho convexo.

O uso da RA no contexto educacional, pode ser considerada de grande valia por se tratar de uma ferramenta de baixo custo capaz de minimizar a ausência de laboratórios para prática experimental, recursos visuais e pouca disseminação de exemplos cotidianos em sala de aula. Tendo em vista as possibilidades oferecidas com a utilização deste mecanismo, corroboram ainda com essa perspectiva, os autores De Oliveira e Manzano (2016) ao afirmarem que o uso deste recurso tecnológico estimula grande interação, gerando maior estímulo e motivação, além de possibilitar o desenvolvimento cognitivo com enorme ampliação, para além do ambiente escolar, seguindo seu próprio ritmo.

Imagem 5 – Aplicação do protótipo de RA



Fonte: Autores, 2023.

A Imagem 5 destaca a aplicação do protótipo de Realidade Aumentada Móvel aplicado mediante a aprovação da Direção da escola, os participantes puderam levar seus aparelhos celulares e conectar-se à câmera do *Glitch* através de um link. Nesta imagem ao olhar para o quadro branco, é possível observar as imagens (marcadores) que darão acesso a sobreposição e posteriormente a visualização dos recursos de RA criados sobre os espelhos esféricos.

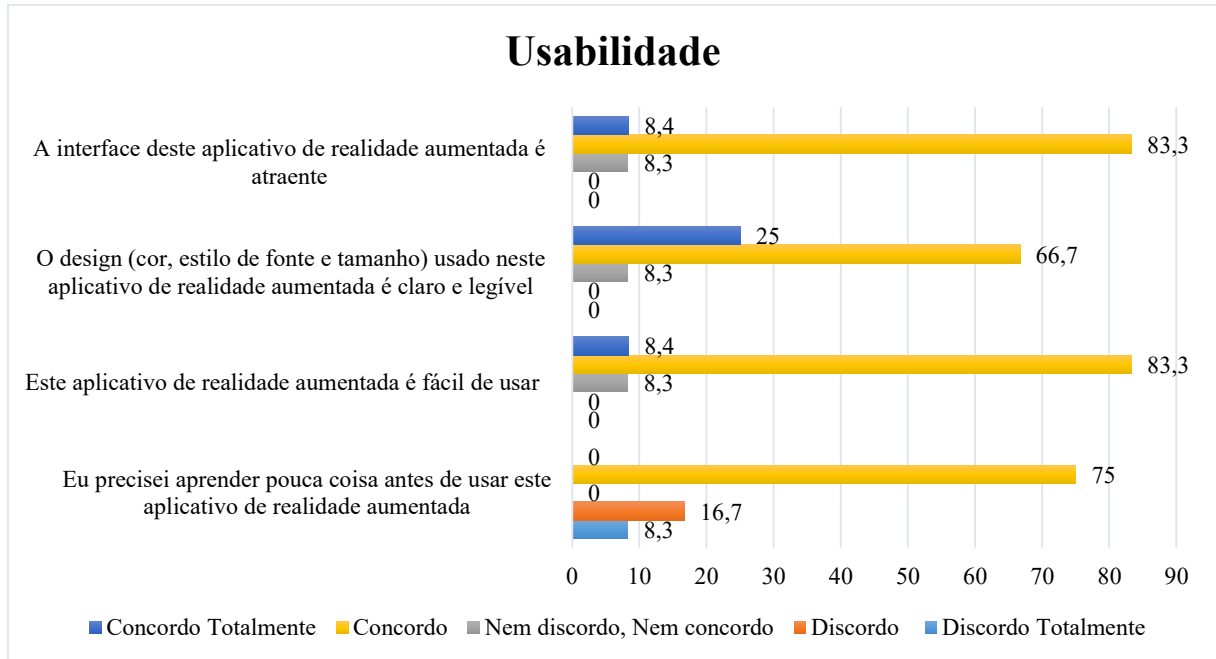
O terceiro instrumento utilizado neste estudo tem como objetivo avaliar o protótipo de RA, para a validação deste estudo. Esse modelo foi desenvolvido por Herpich *et al.*, (2019) onde os autores criaram uma tabela contendo um instrumento de avaliação do modelo *MARREA* integrado a escala *Likert*, para avaliar os fatores de qualidade (dimensões) bem definidos, sendo eles a Usabilidade, Engajamento, Motivação e Aprendizagem Ativa. Essas dimensões servem para avaliar aplicativos de Realidade Aumentada Móvel dentro de um contexto educacional.

Vale destacar que os autores desenvolveram um modelo com 37 questões para avaliar as dimensões propostas por eles, no entanto, para realizar a avaliação do protótipo desenvolvido, entende-se que não são necessários tantos questionamentos, pois alguns não se encaixam com o objetivo deste estudo. Desse modo, o mesmo modelo contou com apenas 16 questões do modelo original, onde cada uma das 4 (quatro) dimensões avaliadas, possuem um total de 4 (quatro) questionamentos específicos que foram respondidos pelos estudantes que participaram da aplicação.

Foram criados 4 (quatro) gráficos, com o intuito de investigar os dados adquiridos ao longo da aplicação desse instrumento. Cada gráfico tem como objetivo avaliar todas as dimensões contidas no modelo *MARREA*, cuja as respostas foram coletadas com base na escala de *Likert*, contendo 5 (cinco) alternativas com respostas válidas, que variam desde discordo totalmente a concordo totalmente.

É importante informar que a investigação dos resultados obtidos e fornecidos na dimensão referente à Usabilidade, levará em consideração à avaliação de fatores de qualidade com base no protótipo desenvolvido, alinhado ao conteúdo de Óptica Geométrica de tal forma que os estudantes possam compreender melhor a atividade proposta, associando seus aprendizados existentes com aos novos para proporcionar assim uma aprendizagem significativa. Dessa forma, os discentes poderão averiguar aspectos como clareza do design, interface, e facilidade de uso desse aplicativo. Lembrando que a aplicação só possui fins educacionais (e não padrões estéticos).

Gráfico 1 – Investigação acerca da dimensão de Usabilidade do protótipo de RA Móvel



Legenda: Os números apresentados no Gráfico são representados por percentagem (%).

Fonte: Autores, 2023.

Com base nos dados adquiridos no Gráfico 1, é possível verificar que os participantes consideram a interface do protótipo de RA atraente, chamando a atenção deles durante a aplicação efetivada. As porcentagens adquiridas neste questionamento variam conforme as respostas registradas na escala de *Likert*, onde são atribuídas às alternativas “Nem discordo, Nem concordo” com uma taxa de 8,3%, “Concordo Totalmente” representada por 8,4% e “Concordo” destacando um percentual de 83,3% da amostra total.

O segundo questionamento analisado no gráfico acima também possui bons números conforme a porcentagem adquirida no que diz respeito ao design, no entanto é importante destacar que a atividade foi realizada com um protótipo e que ainda não está na sua versão final. As tabulações evidenciam que o design escolhido para representar a aplicação foi bem aceito, onde 8,3% responderam a opção referente a “Nem discordo, Nem concordo”, uma taxa de 25%, “Concordo Totalmente” com este questionamento, enquanto 66,7% afirmaram que “Concordo” com a pergunta realizada.

Quando se decide utilizar recursos tecnológicos, alguns dos primeiros fatores a serem avaliados é a facilidade de uso, mesmo que os discentes tenham nascido na chamada era tecnológica é importante que as ferramentas escolhidas e inseridas nos contextos educacionais não sejam difíceis de usar. Nesse sentido, buscou-se entender como os estudantes consideraram essa atividade. Uma parcela de 8,3%, “Nem discordo, Nem concordo”, enquanto uma taxa de 8,4% “Concordo Totalmente”, e um percentual de 83,3% “Concordo” que utilizar esta

simulação de RA seja fácil.

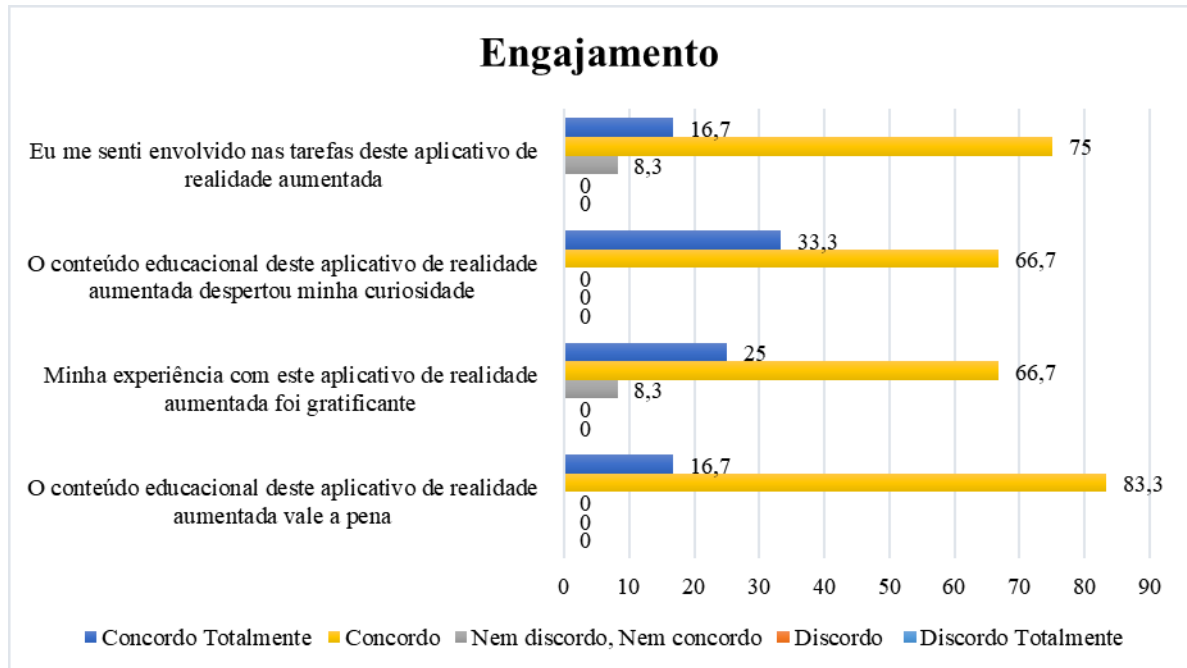
Objetiva-se é entender o quanto de conhecimento é necessário para se utilizar esse recurso. O objetivo é não tornar o seu uso um grande empecilho aos que irão usufruir de seus mecanismos educacionais, e sim facilitar. Interpretando os dados dispostos na última questão, 16,7% “Discordo” pois, eles acreditam que foram necessários entender um pouco mais sobre o funcionamento da ferramenta antes de utilizá-la, 8,3% “Concordo Totalmente”, enquanto 75% “Concordo” sobre não precisarem adquirir muitas informações para utilizar este *App* pela primeira vez.

Por se tratar de um recurso tecnológico, os estudantes podem ter acesso em outros locais que não sejam só o ambiente escolar, desde que possuam acesso a dispositivos móveis e à internet. Esta afirmação vai de encontro com Lima *et al.* (2021) ao afirmarem que as utilizações de ferramentas tecnológicas podem ser utilizadas a qualquer momento e lugar, além de ter acesso aos fenômenos que não poderiam ser visualizados em laboratórios, mesmo aqueles que possuem grandes aparatos à sua disposição.

Com base nos resultados obtidos nesta dimensão, torna-se evidente que a tecnologia de RA vem ganhando destaque no contexto educacional, pois ela proporciona aos estudantes, facilidade de acesso, informações relevantes sobre o conteúdo estudado, uma aprendizagem dinâmica e um design interativo. Os fatores de qualidade apresentados na Usabilidade são responsáveis por minimizar a problemática referente aos aspectos visuais de cada conteúdo abordado, apresentando recursos visuais próximos da realidade, para que os educandos consigam assimilar as imagens, fotos, simulações ou representações físicas ao conteúdo ministrado pelo professor da disciplina.

Outro fator relevante que deve ser analisado é a dimensão de Engajamento, disponível no gráfico logo abaixo tem como objetivo verificar com os participantes quais foram suas opiniões no que concerne ao envolvimento deles, avaliando se o protótipo proposto na aplicação foi capaz de gerar a curiosidade e consequentemente um maior interesse em compreender o conteúdo abordado, corroborando assim, para validação deste mecanismo tecnológico.

Gráfico 2 – Avaliação da dimensão de Engajamento do protótipo de Realidade Aumentada móvel desenvolvido



Legenda: Os números apresentados no Gráfico são representados por porcentagem (%).

Fonte: Autores, 2023.

A avaliação da dimensão de Engajamento é um dos fatores essenciais para que se consiga lograr êxito nesse estudo, pois um dos maiores desafios da educação atualmente é a falta de interesse dos estudantes, principalmente no que diz respeito a disciplina de Física. Os autores Silva, Sales e Castro (2019) afirmam que para fundamentar a construção do conhecimento quando se quer torná-lo compreensível para os discentes não é uma tarefa fácil de se alcançar, é necessário que se busque por estratégias pedagógicas eficientes.

Dessa forma a utilização de uma ferramenta tecnológica como a Realidade Aumentada Móvel que dispõe dos recursos necessários conforme a metodologia utilizada, pode contribuir para uma participação ativa dos estudantes que a utilizam. Segundo Marcelino, E. e Marcelino, A. (2018) a utilização de estratégias educacionais com uso da tecnologia possibilita ao estudante obter novas formas de conhecimentos e o ajuda em seu amadurecimento, de tal forma que ele se torne um investigador do saber científico.

Vale destacar também, que as estratégias não devem contemplar somente um curto período de tempo, é fundamental que elas sejam contínuas para que se obtenha bons resultados nesse processo de construção. Seguindo essa vertente, o primeiro questionamento disposto no Gráfico 2, tem como objetivo avaliar o quanto os participantes se sentiram envolvidos durante essa aplicação. Uma pequena taxa de 8,3% “Nem discordo, Nem concordo”, mostrando não possuir uma opinião formada, entretanto, 16,7% “Concordo Totalmente”, enquanto 75%

“Concordo” que se sentiram envolvidos ao utilizar o protótipo de RA.

Um fator que possui uma relação intrínseca com o engajamento é o quanto este mecanismo tecnológico foi capaz de despertar a curiosidade das pessoas que o utilizaram. Desse modo, pode-se analisar o segundo questionamento que avalia justamente o quanto essa ferramenta despertou a curiosidade dos estudantes. Os resultados obtidos foram positivos, onde 33,3% “Concordo Totalmente”, e 66,7% “Concordo” que esse protótipo de RA foi capaz de despertar a curiosidade dos mesmos.

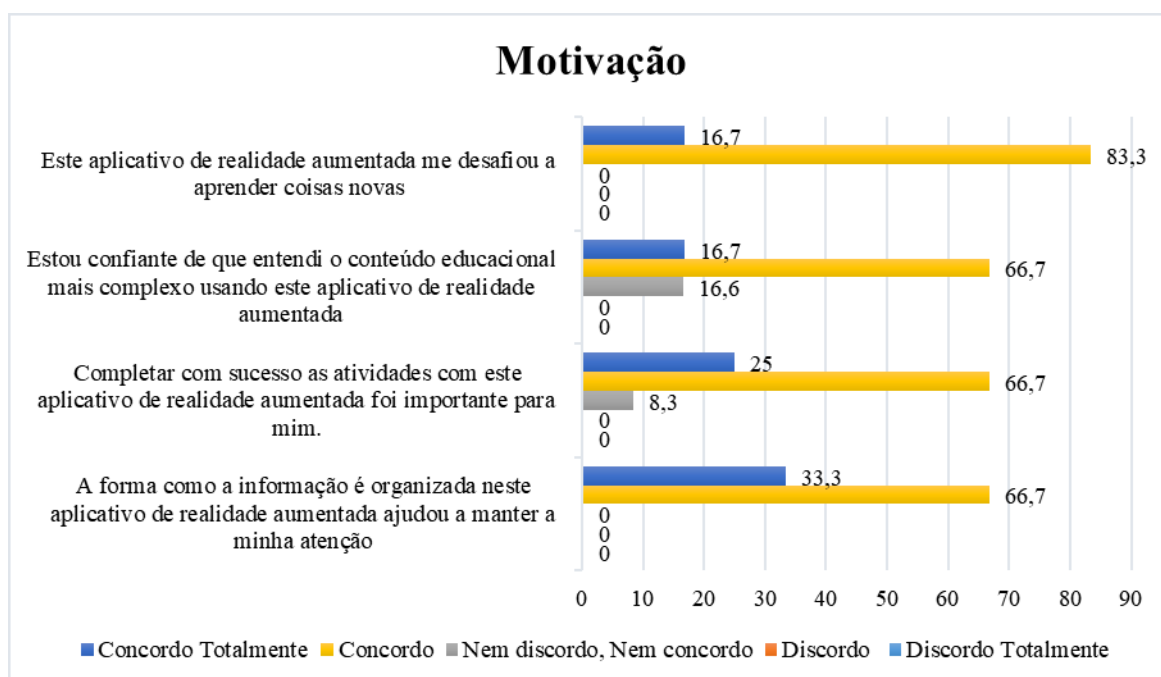
Despertar a curiosidade dos estudantes tem sido um grande desafio, principalmente porque muitos docentes ainda não abandonaram a utilização da metodologia tradicionalista em sala de aula. De acordo Müller *et al.* (2017, p. 12) o ensino tradicional não apresenta resultados positivos de forma geral, pois o seu foco exclusivo é na linguagem matemática, inexistindo o conhecimento conceitual e inviabilizando a aprendizagem cognitiva dos estudantes.

Seguindo essa perspectiva, uma opção utilizada para quebrar esse paradigma são as metodologias ativas. O recurso tecnológico proposto pode ser considerado potencialmente significativo, pois exerce uma aprendizagem ativa que busca estimular o engajamento dos estudantes, com atividades atrativas capazes de despertar a curiosidade, desenvolver habilidades tecnológicas ao interagir com os objetos tridimensionais e para aqueles que possuem afinidade com programação, fornecer os subsídios necessários para a criação de seus projetos pessoais conforme o conteúdo abordado.

O terceiro questionamento busca verificar o quanto essa experiência foi gratificante para eles, onde uma parcela de 8,3% “Nem discordo, Nem concordo” com essa pergunta, cerca de 25% “Concordo Totalmente”, e um percentual de 66,7% “Concordo” que as experiências proporcionadas aos mesmos foram gratificantes. Enquanto isso, a avaliação do conteúdo educacional utilizado obteve uma taxa de 16,7% dos participantes desse estudo que “Concordo Totalmente” com a pergunta realizada, e 83,3% “Concordo” de fato o conteúdo educacional proposto pode ser explorado no contexto educacional.

Para que haja a construção do aprendizado é necessário que os estudantes estejam motivados a alcançar seus objetivos, pois é de conhecimento geral que não se adquire conhecimento de forma isolada, é necessário que os discentes, docentes e todas pessoas que compõem a escola estejam comprometidos em lograr êxito no processo de ensino-aprendizado. Pensando nisso, optou-se por analisar os dados obtidos na dimensão de Motivação referente a aplicação com o objetivo de verificar quais são as opiniões dos estudantes a partir da avaliação da mesma.

Gráfico 3 – Averiguação dos dados obtidos na dimensão de Motivação no App proposto



Legenda: Os números apresentados no Gráfico são representados por porcentagem (%).

Fonte: Autores, 2023.

Observado o Gráfico 3, ao serem perguntados se o aplicativo de RA os desafiaram e motivaram a adquirir novos conhecimentos, cerca de 16,7% dos estudantes afirmaram “Concordar Totalmente” com este questionamento, e um percentual de 83,3% “Concorda”, que se sentiram desafiados com a proposta de ensino apresentada no *App* para a obtenção de novos aprendizados.

Quando perguntados se o *App* proporcionou aos estudantes a compreensão de conteúdos mais complexos, 16,6% dos participantes não possuem opiniões formadas com relação ao questionamento, pois os mesmos responderem “Nem discordo, Nem concordo”, já 16,7% “Concordo Totalmente”, enquanto 66,7% “Concordo” que é possível aprender conteúdos mais complexos com o uso dessa ferramenta. O grande nível de aceitação pode ser relacionado a aprendizagem significativa, pois ao “inserir novas informações em um processo complexo que esteja associado aos acontecimentos da vida real, a maneira que se adquirem novos conhecimentos se torna deveras natural” (Masini, 2017, p.73).

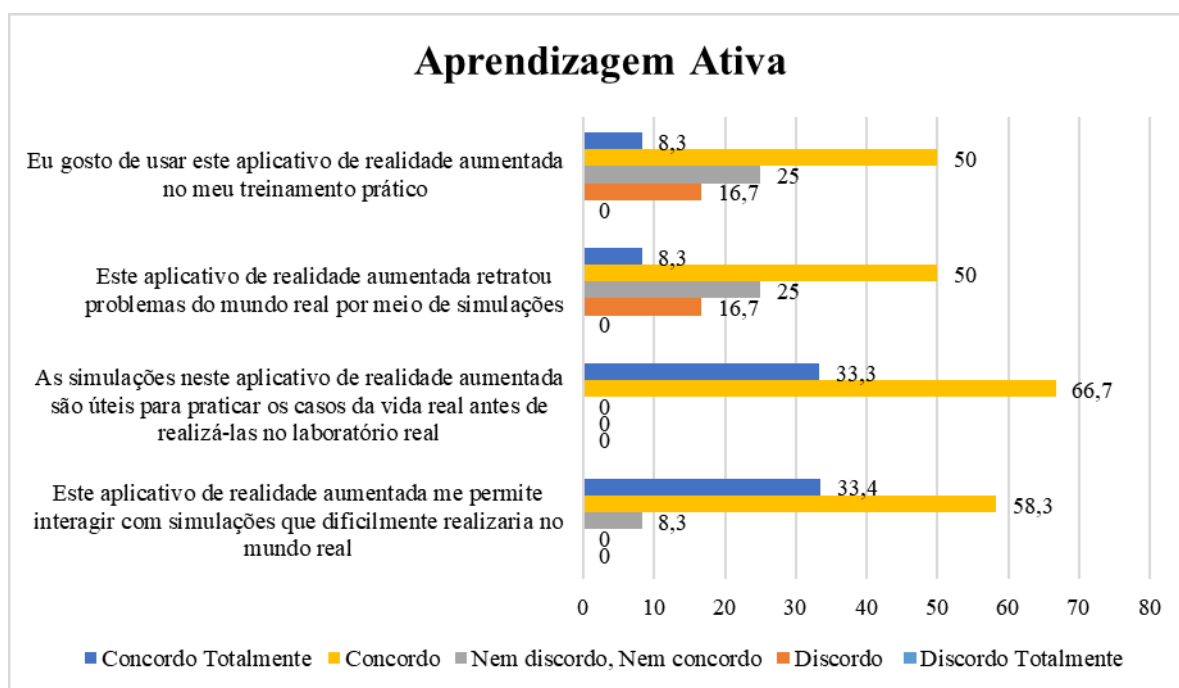
O terceiro questionamento busca avaliar qual foi a importância da atividade com o uso da tecnologia para os discentes que tiveram a oportunidade de participar. Cerca de 8,3% responderam “Nem discordo, Nem concordo” demonstrando não possuir opinião formada, 25% “Concordo Totalmente”, e um percentual de 66,7% “Concordo” que o *App* pode ser usado com este intuito.

O último questionamento referente à dimensão de Motivação, busca verificar como as informações estão organizadas no *App*, para que os estudantes encontrem as simulações disponíveis de forma prática e rápida. As respostas obtidas no Gráfico 3, nos evidenciam uma taxa de 33,3% “Concordo Totalmente”, e cerca de 66,7% “Concordo” que as informações estão bem organizadas.

O ensino de Física tem sofrido mudanças importantes em suas principais características ao decorrer dos anos, principalmente no que diz respeito às metodologias tradicionalista, onde o professor era visto como figura principal no processo educacional, porém é sabido por todos que este não tem sido bem aceito atualmente. De acordo com Lovato *et al.* (2018) o processo de ensino educacional baseado em uma aprendizagem significativa é quando o estudante adquire o papel de protagonista central em busca do conhecimento a partir de seus subsunções, enquanto os docentes devem ser os mediadores que os ajudam a lograr êxito.

Contribuindo com esta perspectiva, utilizou-se a dimensão de Aprendizagem Ativa, com o intuito de verificar se o uso da RA é capaz de proporcionar desafios educacionais dentro e fora da sala de aula, como esta atividade permite resolver conteúdos mais complexos de forma dinâmica e interativa, com simulações que dificilmente podem ser aplicadas no cotidiano dos estudantes.

Gráfico 4 – Investigação dos aspectos apresentados na dimensão de Aprendizagem Ativa no aplicativo



Legenda: Os números apresentados no Gráficos são representados por porcentagem (%).

Fonte: Autores, 2023.

Essa dimensão destaca a metodologia proposta no pós-questionário, que leva em consideração sua aplicação no conteúdo de Óptica Geométrica, com aulas voltadas a aprendizagem significativa de Ausubel (1968, 1978), na perspectiva de Moreira (2006, 2012), utilizando recursos educacionais complementares, como o desenvolvimento conceitual da história e aplicações cotidianas, atividades experimentais e o uso de recursos tecnológicos acerca da temática abordada, além de proporcionar aos discentes um ensino-aprendizado prazeroso.

O Gráfico 4 é constituído por questões que buscam investigar se a dimensão da Aprendizagem Ativa alinhada com a aprendizagem significativa de fato funcionou como o previsto no decorrer da aplicação. Avaliando a opinião dos participantes sobre o primeiro questionamento no que diz respeito ao uso ferramenta durante o treinamento prático 25% não apresentaram convicção ao responder, afirmando “Nem discordo, Nem concordo”, enquanto 16,7% “Discordo” da alternativa apresentada, 8,3% “Concordo Totalmente” e 50%, ou seja, metade dos participantes “Concordo” que o *App* pode ser utilizado para o treinamento prático em sala de aula.

Os dados obtidos no segundo questionamento mostraram-se iguais ao primeiro, no entanto a temática apresentada tem como objetivo verificar se o *App* apresentou situações vivenciadas no mundo real ao longo da aplicação. Uma taxa de 25%, não apresentaram respostas concretas, afirmando “Nem discordo, Nem concordo”, já 16,7% “Discordo” desse questionamento, uma porcentagem de 8,3% “Concordo Totalmente”, enquanto 50% “Concordo” que as simulações proporcionam problemas do mundo real através de simulações presentes no protótipo.

Levando-se em consideração os resultados obtidos na duas questões iniciais, é possível afirmar que a maioria das respostas fornecidas evidenciam números positivos, no entanto houve uma pequena parcela de 16,7%, em ambas, que não consideraram essa aplicação eficaz para seus treinamentos práticos e em situações do mundo real, porém vale lembrar que o mecanismo ainda é um protótipo que está em fase de desenvolvimento e com base nos resultados desse estudo serão adicionadas simulações para abranger o máximo de conhecimento cotidiano possível para os estudantes que optarem por utilizá-lo.

Ao serem questionados se o *App* poderia servir como treinamento para situações que envolvam o mundo real, as informações obtidas melhoraram significativamente com relação às duas primeiras. Cerca de 33,3% “Concordo Totalmente”, e um percentual de 66,7% “Concordo” que estas simulações poderiam funcionar como uma espécie de treinamento e até mesmo suprir

as demandas quando não houvesse possibilidades de realizá-las no mundo real.

O último questionamento da dimensão de Aprendizagem Ativa, fundamenta-se na averiguação das simulações envolvendo a tecnologia de RA que de certa forma seriam difíceis de reproduzir durante as aulas de Física. Em alguns casos, é quase impossível conseguir realizar algumas práticas relacionadas aos fenômenos físicos no mundo real, seja por motivos relacionados à dificuldade e reprodução exata da mesma, ou por falta de recursos materiais e uma estrutura adequada, já que a escola onde essa pesquisa foi realizada não possui laboratório de Física.

É importante enfatizar que o *App* não visa substituir as experiências práticas do mundo real, pois sabe-se que as realizações dos procedimentos experimentais são essenciais para provar ou refutar algumas teorias formuladas. Este recurso foi utilizado como uma ferramenta complementar, visando minimizar as dificuldades encontradas. Desse modo, o Gráfico 4 nos fornece uma pequena taxa de 8,3% “Nem discordo, Nem concordo”, enquanto 33,4% “Concordo Totalmente”, e mais da metade dos participantes com 58,3% “Concordo” com este item.

É notório que os resultados apresentados são satisfatórios e relevantes para esse estudo, nos mostrando que o grau de aceitação dos estudantes é consideravelmente positivo. No entanto, conforme afirma Nascimento (2023), apenas inserir as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) de qualquer forma nas aulas, não significa que surtirá os efeitos esperados, é preciso avaliações e planejamentos minuciosos, além de possuir domínio da ferramenta e conhecer suas limitações.

Ao reiterar uma relação com a metodologia adotada no pós-questionário e dimensão avaliada, sabe-se que para obter bons resultados educacionais é necessário que o processo não ocorra de qualquer forma, pois torna-se indispensável estudo e preparo antes de optar por utilizar esses tipos de procedimentos metodológicos. Os bons resultados adquiridos anteriormente só foram possíveis devido às observações realizadas, culminando na execução correta dessa atividade.

Segundo Moreira (2012, p.2) para que ocorra uma aprendizagem significativa é necessário a existência de uma relação direta entre os conhecimentos prévios presentes na estrutura cognitiva dos educandos com novos conhecimentos que são adquiridos. É importante destacar que não é qualquer conhecimento prévio que o estudante já teve acesso que lhe garantirá uma aprendizagem significativa, e sim uma que seja especificamente relevante ao conteúdo estudado, possibilitando que eles consigam interpretar às informações com maior clareza.

Além do uso da escala de *Likert* para avaliar a abordagem quantitativa, houve também uma investigação qualitativa no terceiro instrumento utilizado para a coleta de dados. Este mecanismo é responsável por avaliar uma questão aberta disponibilizada aos estudantes no final do modelo *MARREA*, com o intuito de verificar opiniões expostas e as considerações relatadas sobre a aplicação do recurso tecnológico educacional.

É importante ressaltar que esse questionamento não visa avaliar o conteúdo escolhido nesta pesquisa, mas sim a ferramenta utilizada para a aplicação e os pontos positivos e negativos a serem destacados. A questão utilizada será extremamente relevante para compreender se alguns objetivos educacionais foram alcançados, pois este é o momento em que o pesquisador irá interagir de forma direta com a realidade dos estudantes, analisando as dificuldades que foram encontradas ao longo do processo e o que esta ferramenta proporcionou de aprendizado ou importância para o desenvolvimento cognitivo dos participantes.

Quadro 1 – Questão aberta para investigar a opinião dos estudantes sobre o aplicativo

Questão	Relate aspectos que você gostou no aplicativo educacional de realidade aumentada, funcionalidades que poderiam ser melhoradas, e eventuais dificuldades relacionadas ao aplicativo ou ao dispositivo móvel?
---------	---

Fonte: Autores, 2023

O Quadro 1 apresenta uma questão aberta disponibilizada aos discentes da 3ª série que participaram da aplicação desse estudo. O questionamento exposto logo acima busca investigar as contribuições do *App* de RA utilizado para o aprendizado dos estudantes e conhecer as possíveis dificuldades encontradas, assim como as sugestões de melhorias, pois esse projeto ainda é um protótipo educacional em fase de desenvolvimento.

Os participantes da pesquisa não foram identificados por nomes, apenas pela sigla (E) que significa a palavra “Estudante”, e a numeração de acordo com a ordem de entrega dos formulários referente ao terceiro instrumento avaliativo. Como a amostra contou um público total de 12 estudantes, logo abaixo estão contidas todas as respostas obtidas, assim como suas respectivas análises, culminando na apresentação dos resultados destacados nesse estudo.

Parar de tremer a tela. (E1, E3)

Melhorou a explicação do conteúdo e otimização das imagens. (E2)

A dificuldade de conseguir conectar a foto. (E4)

Achei fácil, achei bem legal. (E5)

A experiência de simular questões que envolvem a realidade. (E6)

Não tenho uma resposta por momento. (E7 e E9)

Gostei de como é mais fácil entender o conteúdo. (E8)

Gostei, mas é necessário parar de tremer a tela. (E10)

Conseguir me divertir e aprender ao mesmo tempo. (E11)

É legal, e pode ajudar a realizar atividades práticas que não são promovidas em sala de aula. (E12)

De acordo com as respostas fornecidas, é possível ter uma noção do quão importante foi a aplicação desse método em sala de aula, buscando sair de um paradigma rotineiro que contribui para o aumentando do desinteresse, para um que gere interesse e novos conhecimentos aos estudantes. Essa abordagem também proporcionou a realização de um estudo mais aprofundado, além de investigar se as metodologias elaboradas a partir da realidade dos mesmos, possibilitou novos aprendizados, experiências educacionais contribuintes para a formação de um educando proativo, investigador e atuante em todos os eixos educacionais e também sociais.

Esse tipo de abordagem é importante para fundamentar este estudo, pois, conforme afirma Feitosa (2020, p. 66) ela é essencial para “compreender os parâmetros das relações sociais do grupo de indivíduos que compõe a escola, dialogando diretamente com os mesmos e buscando soluções eficazes dentro do contexto educacional”. Tendo em vista o que afirma o autor, é possível destacar a fala dos discentes para pesquisar, e elaborar métodos que contribuam para o desenvolvimento de estudantes investigativos que anseiam por novos conhecimentos, no qual o professor será responsável por mediar e norteá-los durante o processo.

O questionamento ficou aberto para os estudantes relatarem as eventuais dificuldades e sugestões de melhorias. Nesse sentido, E1 e E2 destacam que a necessidade do *App*, “parar de tremer a tela” evidenciando um problema que ocorreu durante a aplicação. O E10 também ressaltou que é preciso estabilizar a tela, além disso, ele também afirmou que “gostou”. Como a ferramenta ainda não foi finalizada e trata-se protótipo em fase de desenvolvimento, as pautas levantadas pelos participantes serão levadas em consideração, pois entende-se que é necessário estabilizar a sobreposição dos objetos 3D, no momento interação e visualização dos mesmos.

O E2 destaca um ponto positivo durante a aplicação do *App*, pois ele afirma que essa ferramenta “Melhorou a explicação do conteúdo e otimização das imagens”. Como já é de praxe, alguns docentes ensinam a Física de uma maneira que não contempla o aprendizado do discente, distanciando o conteúdo ministrado da realidade vivenciada por eles, além de não apresentarem recursos visuais. No entanto, esse mecanismo buscou justamente preencher as lacunas educacionais existentes, de tal forma que os estudantes pudessem compreender melhor

as temáticas abordadas em sala de aula.

Assim como E2, o E8 também destaca uma melhor compreensão do conteúdo, ao afirmar “Gostei de como é mais fácil entender o conteúdo”, demonstrando que é possível adquirir conhecimento com o método adotado. Essa tecnologia é capaz de ajudar os estudantes a “solucionarem problemas de forma criativa e flexível, além disso, à aquisição de conhecimentos se tornam mais prazerosas e agradáveis, quando há visualização de imagens detalhadas e interativas” (Cardoso *et al.*, 2014, p. 331).

Apesar da resistência de alguns educadores em utilizar a tecnologia em sala de aula, é notório que as TICs têm ganhado espaço no cenário educacional e diante do grande desinteresse dos educandos, esse mecanismo funciona como uma opção complementar eficiente. Assim como destaca E11 “Conseguir me divertir e aprender ao mesmo tempo”, mostrando que é possível criar um nexo entre aprendizagem e diversão, proporcionando um maior interesse dos discentes nos conteúdos ministrados.

Quando o discente aprende os assuntos estudados de uma forma divertida que chame a sua atenção, ele é capaz de atribuir novos conhecimentos que são fixados em sua estrutura cognitiva, possibilitando a efetivação de aprendizagens mais sólidas que façam sentido. Essa relação mencionada anteriormente é defendida pela afirmação dos autores De Sousa e De Azevedo Silva (2020, p.120), “os recursos tecnológicos em sala de aula acabam sendo mais atrativos, divertidos e interessante para os estudantes, possibilitando o desenvolvimento da curiosidade do educando no conteúdo ensinado e os preparando para o mundo que eles vivem”.

O autor Feitosa (2020) enfatiza que a forma mais simples de se fazer uma imersão com RA é registrá-la em um aplicativo adequado para esta situação, vinculado a um código (marcador), que pode ou não ser impresso, a depender da vontade de quem o utiliza. Seguindo essa premissa, é possível destacar uma dificuldade apresentada durante a aplicação, onde E4 destaca a “Dificuldade de conectar a foto” referindo-se ao marcador utilizado para gerar a sobreposição de RA desejada.

Durante a aplicação houve alguns pequenos empecilhos que contribuíram para dificuldade relatada por E4, que foi a instabilidade da rede de internet fornecida pela própria escola em alguns momentos, e alguns aparelhos celulares não apresentaram o mesmo desempenho que outros, representando uma maior dificuldade em focalizar o marcador para gerar a imagem 3D.

De Oliveira e Manzano (2016) afirmam que a tecnologia de RA é de baixo custo e não é necessário que os estudantes dominem essa tecnologia para poder utilizá-la, devido a sua simplicidade e praticidade. A fala dos autores vai de encontro com o que foi relatado por E5

“Achei fácil, achei bem legal”, afirmando que gostou da aplicação, além de ressaltar a facilidade de uso da mesma.

É de conhecimento geral que a grande maioria das escolas não possuem laboratórios de Física, ou espaços adequados para o desenvolvimento de atividades práticas. Sendo assim, é extremamente difícil efetuar procedimentos relacionados a fenômenos físicos dentro da sala de aula, e para não acarretar prejuízos ao aprendizado dos estudantes faz-se necessário buscar métodos que minimizem os impactos educacionais que isso pode ocasionar.

Para Cardoso *et al.* (2014) os mecanismos tecnológicos são de grande relevância, por possuírem eficiência na reprodução de objetos 3D, com clareza de detalhes que se aproximem ao máximo dos ambientes reais, fazendo com que os educandos consigam visualizá-los da melhor maneira. As simulações realizadas nesta aplicação estão de acordo com o que foi destacado pelos autores, pois E6 ressaltava que a ferramenta fornece “A experiência de simular questões que envolvem a realidade”, e E11 destaca “É legal, e pode ajudar a realizar atividades práticas que não são promovidas e sala de aula”, garantindo uma maior interação entre o professor e estudante e uma melhor capacidade de aprendizagem.

Alguns discentes optaram por não relatar nenhum problema ou sugestão para melhoria do aplicativo durante a resolução do questionário. O E7 e E9 disseram “Não ter uma resposta no momento”, para o questionamento levantado. Dessa forma, é inviável averiguar se os mesmos gostaram ou não deste mecanismo tecnológico. A construção do ensino-aprendizado não é um processo simples, às vezes é necessário tempo e até mesmo novas estratégias que contemplem todos os envolvidos no contexto educacional.

Esse estudo levou em consideração as respostas fornecidas pelos estudantes, onde é possível concluir que o objetivo proposto foi alcançado. Os procedimentos realizados desde o levantamento dos conhecimentos prévios, a utilização do material didático elaborado, assim como a investigação do uso do protótipo de Realidade Aumentada Móvel desenvolvido com o intuito de verificar a eficiência desse mecanismo, foram essenciais para que os resultados obtidos fossem satisfatórios. Além disso, a aceitação e as considerações relatadas pelos participantes com relação ao protótipo foram positivas na continuação do projeto de RA.

Destacando os aspectos favoráveis levantados no decorrer desse estudo é possível afirmar que os educandos obtiveram resultados significativos na metodológica proposta. A “aprendizagem significativa diz respeito à integração de novas informações em um complexo processo pelo qual, situado no tecido dos acontecimentos em suas ações, interações, retroações e determinações o aprendiz adquire conhecimento” (Masini, 2017, p. 70).

Desse modo, pode-se afirmar que o uso de recursos tecnológicos educacionais, como o

MARREA, alinhados a metodologia de aprendizagem significativa são capazes de gerar interesse, engajamento, motivação, maior autonomia e uma aprendizagem ativa com base nos conteúdos estudados e os já existentes na estrutura cognitiva dos estudantes. Sendo assim, pode-se considerar esse mecanismo educacional como uma excelente opção complementar para o ensino-aprendizado dos discentes, além de promover uma maior interação entre o educador e o educando.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir desse estudo, buscou-se promover o desenvolvimento de situações educacionais que contemplem o ensino-aprendizado dos estudantes com o auxílio de um material didático e da tecnologia de RA Móvel no conteúdo de Óptica Geométrica. Dessa forma, foram avaliados os resultados obtidos durante a aplicação desse recurso educacional para verificar se a proposta metodológica baseada em uma aprendizagem significativa foi alcançada e quais os desafios encontrados.

É importante destacar que o conteúdo de OG de forma geral é um comumente estudado no fim do ano letivo para os discentes da turma da 2ª série, porém, tendo em vista a distribuição do calendário da escola e do planejamento da professora regente da disciplina, não haveria tempo hábil para a aplicação da pesquisa, antes que ela fosse efetivada. Para isso, buscou-se adaptar o assunto abordado para os estudantes da 3ª série, que tiveram acesso a temática, porém de forma breve, onde eles relataram as suas dificuldades nos primeiros contatos com a turma.

A utilização do método baseado em uma aprendizagem significativa, alinhada a abordagem histórica de conceitos proposta no material didático, contribuíram para o desenvolvimento de conhecimentos relevantes sobre o conteúdo em questão, principalmente no que se refere aos aspectos religiosos, filosóficos e sobre os cientistas que apresentaram definições importantes dos fenômenos físicos estudados.

Além disso, algumas das principais dificuldades relatadas neste estudo são as carências de aspectos visuais e simulações de práticas experimentais relacionadas ao conteúdo. Nesse sentido, é essencial destacar as contribuições proporcionadas aos estudantes com base na utilização do protótipo de RA Móvel com a temática abordada, evidenciando a sobreposição objetos (espelhos esféricos) em 3D, onde eles interagiram com os elementos e identificaram se os espelhos eram côncavos ou convexo e conjugaram as imagens levando em consideração as características apresentadas.

As realizações das práticas experimentais foram de grande relevância para minimizar a ausência de um laboratório de Física na escola, apresentando uma relação entre teoria e prática e aspectos visuais que geralmente não são mostrados pelos professores em sala de aula. Com base nas estratégias adotadas, foram possíveis identificar uma maior motivação, interação e trabalho em equipe. Além disso, foram agregados novos conhecimentos sobre os espelhos côncavos e convexos, formação de imagens, padrões de vibração da luz e também como calcular o raio, distância focal, associação de espelhos e a equação e Gauss.

A utilização do material didático, contribuiu significativamente para a obtenção de novas

aprendizagens, promovendo assim, uma melhoria relevante no Ensino de Física, tendo em vista que os participantes adquiriram conhecimentos importantes. Além disso, gerou-se interesse e um senso investigativo capaz de aos poucos mudar a perspectiva que se tinha anteriormente sobre a disciplina de Física, possibilitando um maior aprofundamento em eventos físicos relacionados ao cotidiano e também um ensino interativo, dinâmico e mais prazeroso.

A estratégia baseada em uma abordagem histórica de conceitos, promoveu uma maior curiosidade científica em pesquisar mais sobre as temáticas abordadas. Os experimentos sugeridos reforçaram o trabalho em equipe e a criatividade, além de aprofundar-se nos conhecimentos necessários para reproduzi-las e apresentar para seus colegas e o professor.

Com base nos resultados obtidos, tornou-se evidente o quão importante foi a promoção do protótipo de RA Móvel no contexto educacional, principalmente levando-se em consideração que a tecnologia de uma forma geral está presente em todas as esferas da sociedade. Esse método proporcionou uma melhor visualização dos espelhos esféricos criados em 3D, além de contribuir para a identificação dos mesmos e conjugação das características de formação das imagens referentes aos espelhos côncavos e convexos, que antes da aplicação eram tidas como complexas.

Essa atividade culminou em um melhor desempenho dos estudantes, gerando interesse, motivação, engajamento e uma aprendizagem significativa em um conteúdo que antes era considerado abstrato. Entretanto, é essencial evidenciar também as dificuldades relatadas pelos estudantes no que se refere ao uso do protótipo.

Alguns discentes destacaram que estavam com dificuldade de acessar as respectivas Realidades Aumentadas em seus aparelhos celulares ao tentar conectá-las aos marcadores, outra problemática recorrente no momento da interação com os objetos 3D foi a instabilidade dos mesmos. Os problemas encontrados durante a aplicação serão levados em consideração para a continuação do desenvolvimento deste projeto. Como os resultados da aplicação foram positivos, o protótipo passará por um processo de melhorias até que se chegue na versão final de aplicativo, para ajudar os estudantes no processo de ensino-aprendizado.

No decorrer do processo da coleta de dados, deparou-se com uma dificuldade referente a falta de interesse dos estudantes, pois inicialmente 17 (dezessete) participantes manifestaram-se a favor de contribuírem para com esse estudo, porém, durante as aplicações somente 12 (doze) compareceram a todas as aulas e concluíram as atividades propostas. Destarte, para uma melhor análise, sugere-se um estudo aprofundado com uma maior amostra de estudantes.

Verificou-se também que a introdução do material didático proposto no processo de ensino aprendizagem, contribui significativamente para reduzir as problemáticas destacadas ao

longo desse estudo, culminando na desmistificação da Física e apresentando um ensino diferenciado, capaz de motivar os estudantes a buscarem constantemente por novos conhecimentos, principalmente aqueles presentes em seus cotidianos.

Além do mais, esse processo investigativo foi de suma importância para o desenvolvimento profissional enquanto futuro docente, tendo em vista que a mesma proporcionou experiências inenarráveis, baseada nas etapas de observação, planejamento para a confecção de materiais e mediação dos conteúdos. Destaca-se também a interação entre o par professor-estudante, promovendo uma troca mútua de conhecimentos entre os envolvidos na construção do ensino-aprendizado. Por fim, deseja-se retornar à instituição de ensino participante para socializar e apresentar os resultados obtidos neste estudo.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Wellington Luis de et al. Espelhos esféricos confeccionados com materiais acessíveis para demonstração de formação de imagens em sala de aula. **Caderno brasileiro de ensino de física**, v. 30, n. 2, p. 396-408, 2013. Disponível em: <https://biblat.unam.mx/es/revista/caderno-brasileiro-de-ensino-de-fisica/articulo/espelhos-esfericos-confeccionados-com-materiais-acessiveis-para-demonstracao-de-formacao-de-imagens-em-sala-de-aula>. Acesso em: 20 de jun. 2023.
- ARAÚJO, Francisco Oliveira; NETO, Jonas Guimarães Paulo; DE OLIVEIRA RODRIGUES, Francisco Leandro. Uso do software de simulação PhET como recurso metodológico no ensino de óptica. **Revista Docentes**, v. 6, n. 14, p. 52-66, 2021. Disponível em: <https://revistadocentes.seduc.ce.gov.br/revistadocentes/article/view/319>. Acesso em: 16 out. 2022.
- ARAÚJO, Ronielson Francisco Gonçalves. A utilização de material paradidático no ensino dos conceitos iniciais de Óptica Geométrica. 2018. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/33274>. Acesso em: 24 mar. 2023.
- AUSUBEL, David Paul; NOVAK, Joseph Donald; HANESIAN, Helen. *Educational psychology: a cognitive view*. New York: Rinehart & Winston Inc. 1968. Disponível em: <https://www.scirp.org/%28S%28lz5mqp453edsnp55rrgct55.%29%29/reference/referencespapers.aspx?referenceid=2999203>. Acesso em: 5 fev. 2023.
- AUSUBEL, David Paul; NOVAK, Joseph Donald; HANESIAN, Helen. *Educational Psychology: A Cognitive View*. New York: Warbel & Peck. 1978. Disponível em: [https://www.scirp.org/\(S\(i43dyn45teexjx455qlt3d2q\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1446510](https://www.scirp.org/(S(i43dyn45teexjx455qlt3d2q))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1446510). Acesso em: 8 fev. 2023.
- BEZERRA, Diana Pereira *et al.* A evolução do ensino da física—perspectiva docente. **Scientia Plena**, v. 5, n. 9, 2009. Disponível em: <https://scientiaplena.org.br/sp/article/view/672>. Acesso em: 1 fev. 2023.
- BONADIMAN, Helio; NONENMACHER, Sandra EB. O gostar e o aprender no ensino de física: uma proposta metodológica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 2, p. 194-223, 2007. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5165466>. Acesso em: 16 jun. 2023.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018b. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_embaix_a_site_110518.pdf. Acesso em: 10 jul. 2023.
- BRASIL. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**, (PCN+). Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC, 2006.
- BRITO, Pedro Paulo de. **Uma abordagem experimental com materiais de baixo custo no ensino de óptica geométrica**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Centro de Ciências Exatas, Departamento de Física, Programa de Pós-Graduação em Mestrado Nacional

Profissional em Ensino de Física (MNPEF), Universidade Estadual de Maringá, 2020. CDD 21.ed. 535.

BULMINI, Josani Rodrigues dos Santos. Tecnologias de informação e comunicação no Simpósio Nacional do Ensino de Física: uma revisão bibliográfica nas atas do evento. 2019. Disponível em: <https://dspace.unipampa.edu.br/handle/riu/4290>. Acesso em: 13 out. 2022.

CARDOSO, Raul GS 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: 11 maio. 2023.

DA SILVA, Iuri Americano. O potencial da realidade aumentada na educação. **CIET: EnPED**, 2018. Disponível em: <https://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2018/article/view/230>. Acesso em: 9 fev. 2023.

DE OLIVEIRA, Luciano Denardin. Titanic, Jack, Rose e o Princípio de Arquimedes. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, 2012. Disponível em: https://meriva.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/11959/2/Titanic_Jack_Rose_e_o_Principio_de_Arquimedes.pdf. Acesso em: 19 maio. 2023.

DE OLIVEIRA, Luciano Denardin; MANZANO, Ramón Cid. Aplicações de realidade aumentada no ensino de Física a partir do software LAYAR. **RENOTE. Revista Novas Tecnologias na Educação**, 2016. Disponível em: https://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/11960/2/Aplicacoes_de_realidade_aumentada_no_ensino_de_Fisica_a_partir_do_software_LAYAR.pdf. Acesso em: 2 abr. 2023.

DE SOUZA, Jeandra Dias; DE AZEVEDO SILVA, Kleber Kroll. Tecnologias digitais em sala de aula: Contribuições pedagógicas e para a cidadania. Ed. FAMEN, 2020. Disponível em: <https://www.editorafamen.com.br/ebooks/2020/13-cap11.pdf>. Acesso em: 7 set. 2023.

DOS ANJOS, Adlas Oliveira; SANTOS, Tiago Gonçalves. Tecnologias Móveis: o uso do aplicativo Virtual Lab of Physics Mechanics como ferramenta de ensino de Física para os alunos do 1 ano do Ensino Médio. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 4, p. e37111427414-e37111427414, 2022. Disponível em: <https://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2018/article/view/230>. Acesso em: 9 fev. 2023.

DURÉ, Ravi Cajú; DE ANDRADE, Maria José Dias; ABÍLIO, Francisco José Pegado. Ensino de Biologia e Contextualização do Conteúdo: Quais Temas o Aluno de Ensino Médio Relaciona com o seu Cotidiano?. **Experiências em ensino de ciências**, v. 13, n. 1, p. 259-272, 2018.

FEITOSA, Ailton Moura et al. Realidade aumentada no ensino de física. 2020. Disponível em: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1850-99592020000100008&script=sci_arttext. Aceso em: 9 jun. 2023.

FERREIRA, Carlos Eduardo Antônio *et al.* Realidade Aumentada como apoio ao ensino de Ciências no contexto da pandemia por Covid-19: um estudo de caso. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 12, p. e503111234826-e503111234826, 2022. Disponível em:

<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/34826>. Acesso em: 3 fev. 2023.

FERREIRA, Marcello *et al.* Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre óptica geométrica apoiada por vídeos, aplicativos e jogos para smartphones. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/dJv9Vkft6434ffg5tJDPbpM/?lang=pt>. Acesso em: 20 fev. 2023.

FONTES, Líviam Santana. As metodologias ativas de aprendizagem e sua contribuição para o ensino de Cálculo Diferencial e Integral. 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/27414>. Acesso em: 24 set. 2022.

FUKE, Luiz Felipe; YAMAMOTO, Kazuhito. As leis da Reflexão e os espelhos esféricos. **Física para o ensino médio**, vol. 2 : termologia, óptica, ondulatória. -- 4. ed. -- São Paulo : Saraiva Educação Ltda, 2016.

GONÇALVES, Lucas Lourenço Barbosa; RODRIGUES, Clóves Gonçalves. UMA PROPOSTA DE MATERIAL DIDÁTICO PARA O ENSINO DOS CONCEITOS FUNDAMENTAIS DA ÓPTICA GEOMÉTRICA. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 8, n. 12, p. 88-118, 2022.

HERPICH, Fabrício *et al.* Modelo de avaliação de abordagens educacionais em realidade aumentada móvel. **RENOTE: revista novas tecnologias na educação. Vol. 17, n. 1 (2019), p. 355-364**, 2019. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/262898>. Acesso em: 27 out. 2022.

KNECHTEL, Maria do Rosário. Metodologia da pesquisa em educação: uma abordagem teóricoprática dialogada. **Curitiba, PR: Intersaberes**, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.5212/PraxEduc.v.11i2.0013>. Acesso em: 22 ago. 2023.

LIMA, Ítalo Marcos de. **A Física de partículas elementares aos olhos da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel no Ensino Física. 2020**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), Universidade Federal Vale do São Francisco, 2020.

LIMA, Matheus Melo *et al.* Uma sequência didática gamificada aplicada ao ensino de óptica geométrica. **Conexões-Ciência e Tecnologia**, v. 15, p. 021029, 2021. Disponível em: <https://conexoes.ifce.edu.br/index.php/conexoes/article/view/2088>. Acesso em: 19 fev. 2023.

LORENZO, Fernandez. A Eletroquímica de forma diferenciada: O uso da pilha de água sanitária e simulação da eletrólise como instrumento didático na Eja. 2016. Disponível em: https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/cintedi/2016/TRABALHO_EV060_MD4_SA_14_ID2221_01092016130111.pdf. Acesso em: 10 ago. 2023.

LOVATO, Fabricio Luís *et al.* Metodologias ativas de aprendizagem: uma breve revisão. **Acta Scientiae**, v. 20, n. 2, 2018. Disponível em: <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/3690/2967>. Acesso em: 23 jun. 2023.

MARCELINO, Edilmar; MARCELINO, Ana Beatriz Buoso. A importância da construção de materiais didáticos digitais para professores do ensino superior. **Brazilian Applied Science**

Review, v. 2, n. 2, p. 596-606, 2018. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BASR/article/view/428/366>. Acesso em: 30 mar. 2023.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MASINI, Elcie F. Salzano; MOREIRA, Marco Antonio. Aprendizagem significativa na escola. **Curitiba, PR: Crv**, 2017. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID90/v6_n3_a2016.pdf. Acesso em: 05 out. 2023.

MATOS, Alexandre de. **O Ensino da Física através de analogias com variantes do jogo de Xadrez: Potencializado com Realidade Aumentada**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Programa de Pós-Graduação, Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), Universidade Federal de Santa Catarina, 2017.

MORAES, José Uibson Pereira; JUNIOR, Romualdo S. Silva. Experimentos didáticos no ensino de física com foco na aprendizagem significativa. **Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol.**, v. 9, n. 2, p. 2504-1, 2015. Disponível em: http://lajpe.org/jun15/08_972_Santos.pdf. Acesso em: 5 out. 2023.

MOREIRA, Marco Antonio. A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006.

MOREIRA, Marco Antonio. O que é afinal aprendizagem significativa?(after all, what is meaningful learning?) Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2010. **Curriculum, La Laguna, Espanha**, 2012.

MOREIRA, Marco Antônio. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. e20200451, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/xpwKp5WfMJsfCRNFCxFhqLy/>. Acesso em: 4 fev. 2023.

MÜLLER, Maykon Gonçalves et al. Uma revisão da literatura acerca da implementação da metodologia interativa de ensino Peer Instruction (1991 a 2015). **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/Vv8MmjJWmm5B3HjJ8hYwKCJ/?lang=pt>. Acesso em: 22 set. 2023.

NASCIMENTO, Maria Aparecida Pereira do. O uso de recursos tecnológicos para a mobilização do ensino e a aprendizagem de Física no ensino médio em escolas públicas. Orientadora: Emanuela Galvão Páscoa. 2023. 20 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física - UAB) - Instituto Federal do Piauí, Campus Teresina Central, Teresina, 2023. Disponível em: <http://bia.ifpi.edu.br:8080/jspui/handle/123456789/1834>. Acesso em: 5 out. 2023.

NICOLA, Jéssica Anese; PANIZ, Catiane Mazocco. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no Ensino de Ciências e Biologia. **InFor**, v. 2, n. 1, p. 355-381, 2017. Disponível em: <https://ojs.ead.unesp.br/index.php/nead/article/view/infor2120167>. Acesso em: 1 fev. 2023.

PRENSKY, Marc. Nativos digitais, imigrantes digitais parte 2: Eles realmente pensam diferente?. **No horizonte**, v. 9, n. 6, pág. 1-6, 2001. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/10748120110424843/full/html>. Acesso em: 21 fev. 2023.

SALES, Gilvandenys Leite et al. Gamificação e ensinagem híbrida na sala de aula de física: metodologias ativas aplicadas aos espaços de aprendizagem e na prática docente. **Conexões-Ciência e Tecnologia**, v. 11, n. 2, p. 45-52, 2017. Disponível em: <https://conexoes.ifce.edu.br/index.php/conexoes/article/view/1181>. Acesso em: 16 mar. 2023.

SILVA, Boniek Venceslau da Cruz. **Controvérsias sobre a natureza da luz: uma aplicação didática**. 2010. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2010.

SILVA, Davi Cardoso da. Ondas sonoras e a escala Pitagórica na música (Uma aplicação na dedução básica). **Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências**, 2016.

SILVA, João Batista da; SALES, Gilvandenys Leite; CASTRO, Juscileide Braga de. Gamificação como estratégia de aprendizagem ativa no ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/Tx3KQcf5G9PvcgQB4vswPbq/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 9 out. 2023.

SILVEIRA, Tiago Rodrigues *et al.* ENSINO E APRENDIZAGEM EM FÍSICA COM O SUPORTE DA SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL. Disponível em: http://dfisweb.uefs.br/caderno/vol14n2/s5Artigo01_TICs-e-Educacao-Basica.pdf. Acesso em: 8 jan. 2023.

VIEIRA, Jéssica de Araújo et al. Investigação das vantagens do uso das TICs no ensino de óptica geo-métrica. 2019. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/handle/riufcg/11117>. Acesso em: 3 abr. 2023.

YOUNG, Hugh David ; FREEDMAN, Roger A. Reflexão em Superfícies Esféricas. **Física IV Óptica e Física Moderna**. colaborador A. Lewis Ford; tradução Daniel Vieira ; revisão técnica Adir Moysés Luiz. – 14. ed. – São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.

APÊNDICE A – INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS: QUESTIONÁRIO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS ESTUDANTES¹³

APÊNDICE A: Questionário dos Conhecimentos Prévios¹ dos Estudantes

Gostaria de contar com a sua participação na resposta das questões abaixo, pois são de fundamental importância para o desenvolvimento deste trabalho, intitulado “A UTILIZAÇÃO DO MATERIAL DIDÁTICO BASEADO EM REALIDADE AUMENTADA COMO ESTRATÉGIA EDUCACIONAL NO CONTEÚDO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA PARA ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO”.

Escola: _____ Data: ____/____/2023

Idade: () Menos de 16 anos () entre 16 e 18 anos () acima de 18 anos

Sexo: () Feminino () Masculino

Local de residência atual: () Área Urbana () Área rural

Natural de (cidade): _____ UF: _____

Para responder as questões abaixo, é necessário que seja efetuada apenas uma resposta por questão, de acordo com o seu conhecimento sobre o conteúdo de óptica geométrica.

1. Como você considera as aulas da disciplina de Física?

- () Interessantes () Difíceis () Fáceis
() Desestimulantes () Muito conteúdo () Outro

2. E o que você pensa em relação ao conteúdo de Óptica Geométrica?

- () Interessantes () Difíceis () Fáceis
() Desestimulantes () Muito conteúdo () Outro

3. Entre as alternativas a seguir, escolha aquela que contém apenas fontes primárias de luz.

a) Fósforo, Sol, Lua

¹ Esse instrumento avaliativo é baseado em: VIEIRA, Jéssica de Araújo et al. Investigação das vantagens do uso das TICs no ensino de óptica geo-métrica. 2019.
Conteúdo baseado em: YAMAMOTO, Kazuhito; FUKU, Luiz Felipe. As leis da reflexão e os espelhos esféricos. Física para o Ensino Médio, vol. 2: óptica, ondulatória. 4ª Edição. São Paulo. Saraiva, 2017.

¹³ Ao clicar em cima dos documentos em PDF no formato *Adobe Acrobat*, será direcionado aos arquivos completos para a visualização dos mesmos. Essa dica vale para os demais documentos disponibilizados.

APÊNDICE B – INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS: PÓS-QUESTIONÁRIO

APÊNDICE B: Pós-questionário¹

Após a realização das aulas de Física acerca do conteúdo de Óptica Geométrica com base no material didático, gostaria de contar com a sua participação para responder as questões logo abaixo, pois são de fundamental importância para o desenvolvimento deste estudo, intitulado “A UTILIZAÇÃO DO MATERIAL DIDÁTICO BASEADO EM REALIDADE AUMENTADA COMO ESTRATÉGIA EDUCACIONAL NO CONTEÚDO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA PARA ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO”.

Escola: _____ Data: ____/____/2023

Idade: ☐ Menos de 16 anos ☐ entre 16 e 18 anos ☐ acima de 18 anos

Sexo: ☐ Feminino ☐ Masculino

Local de residência atual: ☐ Área Urbana ☐ Área rural

Natural de (cidade): _____ UF: _____

Para responder as questões abaixo, é necessário que seja efetuada apenas uma resposta por questão, de acordo com o seu conhecimento sobre o conteúdo de óptica geométrica.

1. Após assistir as aulas expositivas baseadas em exemplos cotidianos e com o uso de recursos tecnológicos, como você avalia essas aulas de Física?

☐ Interessantes ☐ Difíceis ☐ Fáceis
☐ Desestimulantes ☐ Muito conteúdo ☐ Outro

2. O que você achou de utilizar esta tecnologia para aprender o conteúdo de Óptica Geométrica?

¹ Esse instrumento avaliativo é baseado em: VIEIRA, Jéssica de Araújo et al. Investigação das vantagens do uso das TICs no ensino de óptica geo-métrica. 2019.
 Conteúdo baseado em: YAMAMOTO, Kazuhito; FUKU, Luiz Felipe. As leis da reflexão e os espelhos esféricos. Física para o Ensino Médio, vol. 2: óptica, ondulatória. 4ª Edição. São Paulo. Saraiva, 2017.

APÊNDICE C – MATERIAL DIDÁTICO

APRESENTAÇÃO

É comum que nós seres humanos já tenhamos parado, para nos perguntar quem somos, onde surgimos e como? Há diversas teorias que explicam o surgimento do Universo, das galáxias, dos planetas da vida e etc. algumas dessas teorias possui um caráter religioso, e outra evidencia a natureza científica, que tem como sua principal teoria sobre o surgimento de tudo, um fenômeno chamado “*Big Bang*”.

Cientificamente existem outros questionamentos de extrema importância que está relacionado a percepção de nossos sentidos, como audição, olfato, gustação, tato e visão. Este último está relacionado a um dos fenômenos Físicos mais importantes da natureza e para nós seres humanos atualmente, sendo ele essencial para o nosso cotidiano.

Para que nós possamos enxergar é necessário que haja luz. Mas o que é a luz? Como nós conseguimos enxergar os objetos e as pessoas? Esta pode até ser uma pergunta fácil de se explicar nos dias atuais, mas foram necessários séculos de conhecimentos até que chegássemos a uma definição do que seria esse fenômeno e de como ele funciona.

Nesse sentido, este material intitulado “Óptica Geométrica: Da História a Era Tecnológica”, busca em um primeiro momento apresentar inicialmente um pouco da história da luz e de figuras importantes e suas contribuições, as quais deram origem aos estudos sobre um dos fenômenos mais importantes da Física que é a Óptica. Será apresentado também um nexos do conteúdo abordado com o uso da tecnologia na educação para tentar minimizar os déficits de aprendizagem na disciplina de física.

É inegável que a tecnologia está presente em tudo atualmente, e na educação este cenário não é diferente apesar da recusa de alguns educadores um tanto mais “tradicionalistas” em aderir alguns recursos tecnológicos para utilizar em sala de aula. No entanto, o intuito de se utilizar recursos tecnológicos em sala de aula, não é mudar tudo aquilo que demorou anos para ser moldado, mas sim servir como apoio para que os professores possam buscar por metodologias mais atrativas em sala de aula buscando sanar as eventuais dificuldades.

Uma das grandes dificuldades em se ensinar física atualmente se dar pelo desinteresse dos alunos, devido ao uso excessivo de linguagem matemática, e a inexistência de recursos visuais durante as aulas ministradas. Nesse sentido é necessário que se busque por mudanças que façam diferença positivamente em prol ensino aprendizado, fazendo uso de exemplos físicos relacionados ao nosso cotidiano, e uso de recursos tecnológicos para ajudar tanto no aspecto visual, como para sanar as eventuais

APÊNDICE D – TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA A REALIZAÇÃO DA PESQUISA

Ociras-PI, ____/____/____.

A(o)

Comitê de Ética em Pesquisa CEP/IFPI

Coordenador(a) do CEP/IFPI: Bruna de Freitas Iwata

Autorização para realização de pesquisa

Eu, VITÓRIA REGIA RODRIGUES Diretora Geral do CETI ROCHA NETO, venho por meio desta informar a V.Sa. que autorizo a realização da pesquisa intitulada “O USO DA REALIDADE AUMENTADA NO ENSINO DE FÍSICA COMO ESTRATÉGIA EDUCACIONAL NO CONTEÚDO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA PARA ENSINO MÉDIO” sob orientação do professor RODOLPHO CARVALHO LEITE.

Declaro conhecer e cumprir as Resoluções Éticas Brasileiras, em especial a Resolução CNS 196/96. Esta instituição está ciente de suas responsabilidades como instituição co-participante do presente projeto de pesquisa, e de seu compromisso no resguardo da segurança e bem-estar dos participantes de pesquisa nela recrutados, dispondo de infraestrutura necessária para a garantia de tal segurança e bem estar.

Vitória Régia Rodrigues

Diretora

Vitória Régia Rodrigues
Port. GSE Nº 0207/2017
Mat. Nº 078 196-7
Diretora

APÊNDICE E – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

O USO DA REALIDADE AUMENTADA NO ENSINO DE FÍSICA COMO ESTRATÉGIA EDUCACIONAL NO CONTEÚDO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA PARA ENSINO MÉDIO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

Eu, Luis Fernando Alves dos Santos, estudante do Curso de Graduação de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI, Campus Oeiras, estou realizando a pesquisa intitulada O USO DA REALIDADE AUMENTADA NO ENSINO DE FÍSICA COMO ESTRATÉGIA EDUCACIONAL NO CONTEÚDO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA PARA ENSINO MÉDIO, sob orientação do professor Rodolpho Carvalho Leite, e você está sendo convidado(a) a participar como voluntário(a). A pesquisa tem como objetivo “Verificar e avaliar o uso da metodologia baseada em uma aprendizagem significativa e criar um material didático voltado a parte conceitual do conteúdo óptica geométrica com uso da tecnologia de realidade aumentada com simulações que agreguem no ensino-aprendizado dos alunos no ensino médio de uma escola da rede pública de Oeiras-PI”. aplicação de um questionário prévio (pré teste) sobre o conteúdo “Óptica Geométrica”; realização de uma aula expositiva com o auxílio de um material didático contendo a parte conceitual do conteúdo e simulações em realidade aumentada, posteriormente será efetivada a aplicação de um questionário (pós teste) para avaliar a aula e um questionário para avaliar o uso do recurso tecnológico no ensino de Física. Assim, sua participação consistirá em, primeiramente, assinar o Termo, depois responder o Questionário Prévio, no momento seguinte participar da aula expositiva, por fim, responder aos questionários referentes a aula e a tecnologia de realidade aumentada.

GARANTIA DE ESCLARECIMENTO, LIBERDADE DE RECUSA E GARANTIA DE SIGILO:

Você será esclarecido(a) sobre a pesquisa em qualquer aspecto que desejar. Você é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não irá acarretar qualquer penalidade ou perda de benefícios. Então, tanto para você solicitar a retirada da participação ou para esclarecimento sobre a pesquisa, poderá entrar em contato comigo através do e-mail: caoei.20181.16.s5408@aluno.ifpi.edu.br; Telefone: (89) 99973-9627, ou com o orientador pelo e-mail: rodolpho.leite@ifpi.edu.br ou telefone: (86) 9840- 2080. O Comitê de Ética do IFPI também pode ser consultado para esclarecer dúvidas sobre aspectos éticos da pesquisa. Endereço: Avenida Presidente Jânio Quadros, nº 330, Santa Isabel, sala 3, CEP: 64053-390, Teresina-PI; e-mail cep@ifpi.edu.br; telefone do CEP: (86) 3131-1441. O(s) pesquisador(es) irá(ão) tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Os resultados que você gerar permanecerão confidenciais. Você não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo.

Rubrica do participante/responsável

Rubrica do pesquisador

ANEXO A – MODELO DE AVALIAÇÃO DE ABORDAGENS EDUCACIONAIS EM REALIDADE AUMENTADA MÓVEL (MARREA)

MAREEA - Evaluation model of Mobile Augmented Reality Educational Approaches¹

Nome do aplicativo:	
Nome da Instituição:	
Disciplina / Série / Turma:	
Faixa etária:	☐ Menos de 10 anos ☐ 10 a 14 anos ☐ 15 a 19 anos ☐ 20 a 24 anos ☐ 25 a 29 anos
Sexo:	☐ Masculina ☐ Feminina

Afirmações	Assinale a opção que melhor representa a sua avaliação				
	Discordo totalmente	Discordo	Nem discordo, nem concordo	Concordo	Concordo totalmente
Eu precisei aprender pouca coisa antes de usar este aplicativo de realidade aumentada.	☐	☐	☐	☐	☐
Este aplicativo de realidade aumentada é fácil de usar	☐	☐	☐	☐	☐
O design (cor, estilo de fonte e tamanho) usado neste aplicativo de realidade aumentada é claro e legível	☐	☐	☐	☐	☐
A interface deste aplicativo de realidade aumentada é atraente	☐	☐	☐	☐	☐
O conteúdo educacional deste aplicativo de realidade aumentada vale a pena.	☐	☐	☐	☐	☐
Minha experiência com este aplicativo de realidade aumentada foi gratificante.	☐	☐	☐	☐	☐
O conteúdo educacional deste aplicativo de realidade aumentada despertou minha curiosidade	☐	☐	☐	☐	☐
Eu me senti envolvido nas tarefas deste aplicativo de realidade aumentada	☐	☐	☐	☐	☐
A forma como a informação é organizada neste aplicativo de realidade aumentada ajudou a manter a minha atenção.	☐	☐	☐	☐	☐
Completar com sucesso as atividades com este aplicativo de realidade aumentada foi importante para mim.	☐	☐	☐	☐	☐
Estou confiante de que entendi o conteúdo educacional mais complexo usando este aplicativo de realidade aumentada.	☐	☐	☐	☐	☐
Este aplicativo de realidade aumentada me desafiou a aprender coisas novas.	☐	☐	☐	☐	☐

¹ Essa adaptação de instrumento avaliativo (reduzido) é autoria de: HERPICH, Fabrício et al. Modelo de avaliação de abordagens educacionais em realidade aumentada móvel. **RENOTE: revista novas tecnologias na educação**. Vol. 17, n. 1 (2019), p. 355-364, 2019.