



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

RAFAEL DOS SANTOS ARAÚJO RODRIGUES

**REALIDADE AUMENTADA COMO ESTRATÉGIA PEDAGÓGICA NA
COMPREENSÃO DAS LEIS DE KEPLER NO ENSINO MÉDIO**

OEIRAS-PI

2023

RAFAEL DOS SANTOS ARAÚJO RODRIGUES

REALIDADE AUMENTADA COMO ESTRATÉGIA PEDAGÓGICA NA COMPREENSÃO
DAS LEIS DE KEPLER NO 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

Rodrigues, Rafael dos Santos Araújo
R696r Realidade aumentada como estratégia pedagógica na compreensão das leis de
Kepler no ensino médio / Rafael dos Santos Araújo Rodrigues. - 2023.
70 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. Realidade aumentada. 2. Ensino de Física . 3. Aprendizagem. I.Título.

CDD - 530

Elaborado por Denizete Lima de Mesquita CRB 3/1079

RAFAEL DOS SANTOS ARAÚJO RODRIGUES

REALIDADE AUMENTADA COMO ESTRATÉGIA PEDAGÓGICA NA COMPREENSÃO
DAS LEIS DE KEPLER NO 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. Rodolpho Carvalho Leite
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof^a. Ma. Juliana Oliveira de Malta
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Me. Fábio Luiz Almeida Rolim
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Aos meus pais, irmãos e família por confiarem em mim e estarem ao meu lado durante
esta jornada acadêmica desafiadora.

Minha gratidão!

AGRADECIMENTOS

Deus, por me conceder forças, sabedoria e orientação durante essa jornada, agradeço por ser e continuar sendo a minha fortaleza, me dando coragem e perseverança para superar qualquer desafio.

Aos meus pais que me deram amor, apoio e orientações durante esses anos, contribuindo para meu sucesso acadêmico. Cada sacrifício que fizeram proporcionou oportunidade de aprendizado e crescimento, vocês foram minha inspiração.

À minhas irmãs por estarem ao meu lado, compartilhando risos e lágrimas, alegrias e desafios. Suas palavras de encorajamento, apoio incondicional e presença constante foram um farol de esperança em cada etapa deste caminho acadêmico.

À minha família, cujo amor incondicional e apoio constante foram a base em que construí cada palavra e argumento desta monografia. Em especial a minha madrinha e seus filhos, por terem me acolhido em sua residência, contribuindo para a minha permanência e conclusão dessa etapa.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - Campus Oeiras, por ser o local onde minha jornada acadêmica se desenrolou. Cada canto deste campus, em cada sala de aula e com cada professor que cruzei caminhos, encontrei oportunidades de crescimento, aprendizado e amadurecimento.

À Escola CETI Farmacêutico João Carvalho, por contribuir na realização da pesquisa. A instituição desempenhou um papel vital na minha jornada acadêmica e na realização deste trabalho. Agradeço ao professor Cleriston por ter cedido as aulas e ter ajudado na aplicação do projeto e aos estudantes por terem participado deste estudo.

Aos meus amigos, por trazerem bons momentos à minha trajetória.

Ao meu orientador Rodolpho Carvalho Leite, cuja sabedoria orientadora foi essencial para a realização deste trabalho e pelo seu apoio, orientação e dedicação incansável ao longo deste processo de pesquisa. Sua influência foi fundamental para o sucesso deste trabalho.

Aos professores que encontrei ao longo dos anos, por compartilharem seu conhecimento e paixão pelo aprendizado. Em especial a professora Juliana Oliveira de Malta pelas orientações e por seu comprometimento excepcional com o ensino e por ser uma fonte inesgotável de inspiração em minha jornada acadêmica.

Com profunda gratidão,

Rafael Rodrigues

“É óbvio, que as tecnologias em suas múltiplas dimensões resolveriam as mazelas perpetuadas na educação há décadas, assim quem sabe serão elas o ponto de partida”.

Prof. Alberto

RESUMO

A Realidade Aumentada (RA) está em ascensão, sendo adotada pela educação para enriquecer ambientes educacionais, oferecendo uma experiência inovadora aos alunos. Foi ao longo dos anos uma ferramenta destinada a aprimorar o pensamento cognitivo e social dos discentes, descartando a premissa de ser utilizada com fim pontual, devido ao grande avanço tecnológico na sociedade. O trabalho teve foco principal na utilização da Realidade Aumentada, direcionada à educação e aos fenômenos da Física, concentrando-se no conteúdo de gravitação e Leis de Kepler por meio de aplicações pedagógicas. Tratou-se de uma pesquisa descritiva com análise mista, qualitativa e quantitativa, empregando a coleta de informações e opiniões por meio de três questionários. Visitamos o CETI Farmacêutico João Carvalho, uma escola pública de ensino médio em Oeiras, Piauí, concentrando-nos nos segundos anos "A", "B" e "C". A coleta de dados ocorreu por meio de questionários impressos totalmente estruturados, com perguntas pré definidas em escala Likert (de 5 pontos). Inicialmente, os dados dos questionários impressos foram tabulados no Microsoft Excel e após exportados para o Software IBM Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), versão 20.0, para análise estatística. Este estudo foi conduzido com base em autorizações documentais, observando as normativas para a pesquisa junto à instituição e seus participantes. Os benefícios da pesquisa foram significativos para o ensino de Física, pois a integração da tecnologia na sala de aula proporcionará um ambiente alternativo e dinâmico. A utilização de celulares revelou-se um agente benéfico no contexto em que a Realidade Aumentada foi implementada. Os resultados tiveram suas informações convertidas e apresentadas em forma de gráficos e tabelas. O estudo foi vantajoso e significativo para o ensino e aprendizagem.

Palavras-chave: Realidade Aumentada; Ensino de Física; Aprendizagem.

ABSTRACT

Augmented Reality (AR) is on the rise, being adopted by education to enhance educational environments, providing an innovative experience for students. Over the years, it has become a tool aimed at enhancing the cognitive and social thinking of students, discarding the premise of being used for specific purposes, due to the significant technological advancement in society. The work focused primarily on the use of Augmented Reality, directed towards education and Physics phenomena, concentrating on the content of gravitation and Kepler's Laws through pedagogical applications. It was a descriptive research with mixed, qualitative, and quantitative analysis, employing the collection of information and opinions through three questionnaires. We visited CETI Farmacêutico João Carvalho, a public high school in Oeiras, Piauí, focusing on the second years "A," "B," and "C." Data collection was done through fully structured printed questionnaires, with predefined Likert scale questions. Initially, the data from printed questionnaires were tabulated in Microsoft Excel and later exported to the IBM Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) software, version 20.0, for statistical analysis. This study was conducted based on documentary authorizations, observing the regulations for research with the institution and its participants. The benefits of the research were significant for Physics teaching, as the integration of technology in the classroom will provide an alternative and dynamic environment. The use of smartphones proved to be a beneficial agent in the context where Augmented Reality was implemented. The results had their information converted and presented in the form of graphs and tables. The study was advantageous and meaningful for teaching and learning

Keywords: Augmented Reality; Physics Teaching; Learning.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Modelo Geocêntrico	21
Figura 2 - Modelo Heliocêntrico	22
Figura 3 - Órbita elíptica no Sistema Solar. Representação artística, não em escala.	23
Figura 4 - Esquema da trajetória elíptica de um planeta em torno do Sol.....	24
Figura 5 - Fenômeno ligado à velocidade do planeta.....	26
Figura 6 - Distância média ou raio médio do planeta em relação ao Sol	28
Figura 7 – Aplicativo AR Solar System	35
Figura 8 – Representação em 3D a partir da leitura do marcador AR.....	35
Figura 9 – Representação em 3D sem a leitura do marcador AR.....	36
Figura 10 - Marcador de Realidade Aumentada <i>AR Marker</i>	36
Imagem 1 - Maquete do Sistema Solar com o marcador AR Marker.....	37
Figura 11 – Mapa da cidade de Oeiras	40
Imagem 2 – Escola campo da pesquisa	40
Imagem 3 – Vista da cidade de Oeiras do Piauí	41
Gráfico 1 - Dimensão de Usabilidade do instrumento de avaliação modelo MAREEA.....	49
Gráfico 2 - Dimensão Engajamento do instrumento de avaliação modelo MAREEA	51
Gráfico 3 - Dimensão de Motivação do instrumento de avaliação modelo MAREEA.....	53
Gráfico 4 - Dimensão de Aprendizagem do instrumento de avaliação modelo MAREEA	55
Figura 12 – Nuvem de palavras sobre o contexto educacional com a RA	62
Imagem 4 – Protótipo da Maquete do Sistema Solar	71
Imagem 5 – Maquete Oficial do Sistema Solar.....	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Perfil dos alunos do 2º ano/Ensino Médio do CETI Farmacêutico João Carvalho .	45
Tabela 2 - Distribuição das frequências no Questionário prévio	46
Tabela 3 - Distribuição das frequências para avaliação da atividade experimental	57

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APP	Aplicativo
AR	<i>Augmented Reality</i>
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CEP	Comitê de Ética em pesquisa
CETI	Centro Estadual de Tempo Integral
CNS/MS	Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde
DCN	Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica
FNDE	Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LDBEN	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MAREEA	Evaluation model of Mobile Augmented Reality Educational Approaches
NTIC's	Novas Tecnologias de Informação e Comunicação
PNE	Plano Nacional de Educação
PNG	Portable Network Graphic
RA	Realidade Aumentada
RV	Realidade Virtual
SPSS	<i>IBM Statisttical Package for the Social Sciences</i>
TALE	Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
TC	Termo de Confidencialidade
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TCUD	Termo de compromisso de utilização de dados
TDIC	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação
TICs	Tecnologias de Informações e Comunicações
UNIFACID WYDEN	Centro Universitário Facid Wyden

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
A_1	Área varrida 1
A_2	Área varrida 2
V_a	Velocidade areolar
$V_{afélio}$	Velocidade afélio
$V_{periélio}$	Velocidade periélio
Δt_{12}	Intervalo de tempo do ponto 1 ao 2
Δt_{34}	Intervalo de tempo do ponto 1 ao 2
Δt	Variação do tempo
Δv	Variação da área
§	Parágrafo
Rm	Raio médio
T	Período de revolução
a	Comprimento do eixo maior
c	Distância entre os focos
e	Excentricidade

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 GRAVITAÇÃO E AS LEIS DE KEPLER.....	20
2.1 MODELO GEOCÊNTRICO	20
2.2 MODELO HELIOCÊNTRICO	22
2.3 AS LEIS DE KEPLER	22
2.4 A BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR (BNCC) NO ENSINO MÉDIO: COMPONENTE CURRICULAR FÍSICA	29
3 A UTILIZAÇÃO DA REALIDADE AUMENTADA NA EDUCAÇÃO	31
4 ENSINO DE FÍSICA COM A REALIDADE AUMENTADA.....	33
4.1 FERRAMENTAS BASES PARA APLICAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA COM A REALIDADE AUMENTADA	34
5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	38
5.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO	38
5.2 LOCAL DO ESTUDO	39
5.3 PARTICIPANTES DO ESTUDO	42
5.4 PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS	42
5.5 ANÁLISE DE DADOS	43
5.6 CRITÉRIOS ÉTICOS	44
6 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	44
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	63
REFERÊNCIAS	65
APÊNDICE A – 1 INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS QUESTIONÁRIO PRÉVIO.....	69
APÊNDICE B – 3 INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS QUESTIONÁRIO PÓS	70
APÊNDICE C – MATERIAL PEDAGÓGICO (MAQUETE DO SISTEMA SOLAR) ..	71

ANEXO A – 2 INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS MAREEA.....	72
---	-----------

1 INTRODUÇÃO

A tecnologia está presente no cotidiano da sociedade, por exemplo, utilizamos computadores, *notebook*, *celulares*, *tablets*, tanto no trabalho diário, para desenvolver algumas ações, ou no lazer, para acessar algumas mídias sociais como *WhatsApp*, *Facebook*, *Instagram*, *Twitter*, *Telegram* e outros aplicativos. Ferreira e Zorzal (2018) afirmam que o desenvolvimento das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), está ocorrendo em ritmo acelerado, fazendo parte do cotidiano das pessoas, tornando-se cada vez mais essenciais. Com interfaces de diferentes tipos, o seu desenvolvimento tem o propósito de aprimorar a interação do usuário com o meio tecnológico.

Para Pedrosa e Zappala-Guimarães (2019), as TICs nos últimos anos tiveram um desenvolvimento notável, que possibilitou disponibilizar equipamentos e aplicativos gradativamente aos consumidores, com o objetivo de melhorar a qualidade de vida e simplificar as atividades realizadas no dia a dia. São visíveis essas tecnologias em nosso entorno, sendo importante no desenvolvimento, facilitação e rapidez que os TICs proporcionam, as quais são representadas por aplicativos ou serviços empresariais.

Logo, “o avanço tecnológico intensificou o uso de Tecnologias da Informação e da Comunicação (TICs) e a informação pode estar disponível ao mesmo tempo em qualquer lugar do mundo” (Nascimento; Bomfim; Cruz, 2021, p. 3). É notório o grande avanço dessas tecnologias, nos quais vários fatores contribuíram para o crescimento, como o aumento da conectividade, a intensificação e extensão das redes sociais para a comunicação na sociedade, trabalhos remotos e Educação Online. Fatores esses que foram acelerados pela pandemia da COVID-19.

A Realidade Aumentada (RA) é uma TICs que está em crescimento perante diferentes áreas, sendo utilizada por empresas para a divulgação de seus produtos, com a finalidade de fornecer interação com o cliente. Outra área que está introduzindo essa tecnologia é a Educação, com a finalidade de promover um ambiente para o aluno cada vez mais atrativo e enriquecedor.

Segundo Pedrosa e Zappala-Guimarães (2019, p. 125) “A distribuição e a utilização das denominadas “novas tecnologias” têm sido objeto de políticas sociais e educacionais. *Televisores*, *data-shows*, *lousas eletrônicas*, *tablets* e aparelhos de som são alguns dos artefatos disponibilizados nas instituições de ensino [...]”. A inclusão de dispositivos eletrônicos e tecnologias audiovisuais nas salas de aula tem o potencial de enriquecer o processo de ensino-aprendizagem, tornando as aulas mais dinâmicas, envolventes e visualmente atrativas para os alunos.

“A [RA] é uma das tecnologias móveis que constituem as [Novas Tecnologias de Informação e Comunicação] NTIC’s e dispõe de um amplo potencial para ser progressivamente implementada no ambiente escolar” (Ferreira *et al.*, 2022, p. 2). Sua implementação gradual nas escolas pode beneficiar os educadores ao criar oportunidades para uma abordagem mais dinâmica e criativa no ensino, além de proporcionar aos estudantes uma experiência de aprendizado mais cativante e efetiva.

Segundo Nascimento, Bomfim e Cruz (2021), o conceito de RA foi estudado por várias universidades em meados de 1889, já em 1992 os pesquisadores Tom Claudell e Tom Mizell utilizaram o termo AR (*Augmented Reality*) pela primeira vez, [traduzido para o português é conhecido como Realidade Aumentada (RA)]. Assim “podemos perceber que a tecnologia de Realidade Aumentada é [...] capaz de reproduzir um objeto virtual em um campo físico e que seus avanços foram pontuais, alcançando desenvolvimento dentro da sua categoria” (Nascimento; Bomfim; Cruz, 2021, p. 7). Nesse contexto, “a RA tem sido estudada desde meados dos anos 90, contudo tem ganhado destaque nos últimos anos, principalmente pela popularização dos dispositivos portáteis, que permitem o acesso simplificado a esse tipo de recurso” (Nicolette *et al.*, 2020, p. 440). Com a evolução contínua da tecnologia, a RA poderá encontrar novas aplicações em diversos setores, como o setor do ensino.

Hoje a Educação é uma área que está em evolução tanto com a utilização de equipamentos como também a utilização de *softwares* educacionais. Ademais para Junior e Ribeiro (2016, p. 1) “são inúmeras as possibilidades de aplicações de RA nessas áreas, e entre elas pode-se citar o ambiente escolar, que tem tido um aumento significativo nas pesquisas e no desenvolvimento de aplicações com fins educativos”.

Afirma Klein *et al* (2020, p. 286) “A utilização das TICs, por estudos prévios, modificou o papel do professor no contexto escolar, o qual não é somente o transmissor do conhecimento, e ainda colocou o docente numa posição de protagonista desse cenário”. Sabemos que o agente principal no processo educacional é o aluno, assim é importante fazer o uso dessas ferramentas para que eles se destaquem, proporcionando experiência única e inovadora.

De acordo com Herpich *et al* (2020), a Realidade Aumentada pode ser uma ferramenta motivadora para o ensino dos alunos, possibilitando experimentar várias situações em sala de aula. Para Klein *et al* (2020), a utilização de tecnologia na educação deve ser uma ferramenta que melhore o pensamento cognitivo e social dos discentes, sendo descartado a premissa de ser utilizada com fins pontuais. No entanto, é importante lembrar que a tecnologia por si só não garante uma educação de qualidade. Ela deve ser integrada ao currículo de forma coerente e planejada, considerando os objetivos educacionais e as competências a serem desenvolvidas.

Afirma Herpich *et al* (2020) que os educandos veem a Física como uma matéria muito difícil, abstrata, sendo importante fazer o uso de meios pedagógicos para que haja uma aproximação do aluno com a disciplina, trabalhando sua realidade com a ciências da natureza, possibilitando a compreensão do conteúdo relacionado a temática que está sendo trabalhada pelo professor. Nesse sentido, “a Física, por ser considerada difícil, tornou-se, por intermédio da RA, interessante e diferente no modo de ser apresentada. E essa pode ser uma metodologia que dificulta o crescente desinteresse por essa ciência” (Gonçalves; Oliveira; Vettori, 2017, p. 5). A utilização de tecnologias como a Realidade Aumentada não apenas aproxima os alunos da Física, mas também estimula o pensamento crítico, a resolução de problemas e a criatividade. Além disso, ao tornar o processo de aprendizado mais interessante e significativo, a RA pode ajudar a combater o desinteresse que muitos alunos têm em relação às ciências, incluindo a Física.

A Física tem sua importância, o seu Ensino é essencial, transformações, conceitos, modernização foram possível através dela. O Ensino de Física requer a utilização de ferramentas que facilitem a compreensão dos conceitos comprovados por cientistas. Nesse contexto, o presente estudo sobre “Utilização da Realidade Aumentada como estratégia pedagógica na compreensão das Leis de Kepler no ensino médio”, é relevante para a prática pedagógica dos professores de Física e aos estudantes do Ensino Médio, obtendo o maior engajamento dos aluno em sala de aula, maior compreensão dos conceitos, maior colaboração entre os alunos, favorecendo o trabalhos em grupo, a comunicação, a troca de ideias e experiências, aprimorando as habilidades interpessoais.

Para Gonçalves, Oliveira e Vettori (2017) o aprendizado do educando como o ensino do educador relacionado ao Ensino de Física, é de importância buscar novas alternativas que sejam significativas para os sujeitos envolvidos na prática pedagógica, os computadores e dispositivos móveis são meios bastante acionados para realizar experimentos, estudar os fenômenos da natureza por meios de modelos matemáticos.

Conforme Quinquiolo, Santos e Souza (2020) a Educação acompanha os movimentos de transformação da própria sociedade, adicionando novos métodos que tornam a Aprendizagem dos alunos mais efetiva, processo esse em que a Educação aprimora-se, evolui e se transforma.

Portanto, a pesquisa tem o objetivo geral: Evidenciar aplicações pedagógicas direcionadas ao conteúdo de Gravitação e Leis de Kepler fomentando o Ensino de Física no Ensino Médio. E os objetivos específicos: Conhecer estratégias e benefícios da utilização da Realidade Aumentada no Ensino de Física; Descrever as aprendizagens adquiridas pelos

educandos ao se depararem com a experimentação da RA no ensino de Gravitação e Leis de Kepler; Verificar possibilidades pedagógicas da introdução da RA na melhoria do Ensino de Física.

O presente estudo se justifica devido ao grande avanço tecnológico na sociedade, sendo importante estudar e introduzir novas ferramentas pedagógicas. Diante disso, surgiu a necessidade de conhecer a RA, a fim de que esse trabalho possa servir como direcionamento para a formulação de estratégias pedagógicas que visem à melhoria do Ensino de Física. A pesquisa tem a finalidade de mostrar aos docentes e discentes que os meios ou ferramentas pedagógicas possam está melhorando o aprendizado e o Ensino.

Segundo Ferreira e Zorzal (2018) a utilização de *smartphones* é benéfica, pois possibilita adquirir conhecimento por meio da aprendizagem móvel (*Mobile Learning*). Percebe-se que há vantagens com sua aplicação como: facilidade de acesso a conteúdo, flexibilidade, rapidez, engajamento e mobilidade. Os *smartphones* são acessórios em alta, de uso quase indispensável, com a RA introduzida na educação, ele poderá ser uma ferramenta pedagógica e enriquecedora para os educandos.

Diante o contexto da RA, Educação e o Ensino de Física, o trabalho tem foco principal na utilização da Realidade Aumentada, direcionada à educação e aos fenômenos da Física, focada na temática trabalhada na Monografia. Diante do exposto, surgiu a seguinte questão norteadora: Como promover o componente curricular Física no conteúdo de Gravitação e Leis de Kepler através de aplicações pedagógicas envolvendo a Realidade Aumentada?

Mediante a essa premissa, acredita-se que a integração da Realidade Aumentada (RA) no ensino da Física, especificamente no conteúdo de Gravitação e Leis de Kepler, pode fomentar o componente curricular de forma significativa.

O presente estudo está dividido em seções, a primeira trouxe aspectos introdutórios da tecnologia, educação e a Realidade Aumentada. A segunda seção explanou sobre o conteúdo de Gravitação e seus tópicos fundamentais para a compreensão das Leis de Kepler, além de conectar ao documento normativo que estabelece os conhecimentos, competências e habilidades essenciais na Educação Básica.

A terceira seção abordou a Realidade Aumentada na educação como ferramenta inovadora, proporcionando experiências imersivas e interativas, com potencial transformador, envolvente e contextualizado. A quarta seção alinhou a Realidade Aumentada com o Ensino de Física oferecendo uma abordagem inovadora e envolvente para a exploração de conceitos complexos.

A quinta seção traz uma descrição detalhada dos métodos utilizados na pesquisa. Essa

seção descreve como a pesquisa foi conduzida, quais técnicas foram empregadas e como os dados foram coletados e analisados. A sexta seção buscou compreender os dados coletados, inicialmente organizando as informações em tabelas e gráficos, proporcionando uma visão clara das tendências observadas. Os dados foram divididos em categorias relevantes, permitindo uma análise mais específica de cada variável. A sétima seção destaca a relevância contínua das investigações nessa área e destaca a importância da Utilização da Realidade Aumentada como estratégia pedagógica na compreensão das Leis de Kepler no Ensino Médio.

2 GRAVITAÇÃO E AS LEIS DE KEPLER

A Gravitação é um dos conteúdos fundamentais da Dinâmica, comumente abordado no Ensino Médio. Esse eixo de estudo traz consigo conceitos essenciais para a compreensão do Universo, envolvendo tópicos como Astrofísica e Cosmologia. A abordagem dessa temática é importante para a compreensão da força gravitacional que atua nos astros do sistema solar. Nesse contexto, o Sol ocupa o centro do sistema, e os planetas orbitam ao seu redor, segundo Gaspar (2013).

Afirma Doca, Biscuola e Bôas (2012, p. 230): “Gravitação é o estudo das forças de atração entre massas (forças de campo gravitacional) e dos movimentos de corpos submetidos a essas forças”. De fato, a Terra é um dos corpos celestes sujeito a forças gravitacionais, e o estudo desses fenômenos tem sido fundamental para a ciência. Ao longo da história, pesquisadores e cientistas empreenderam esforços contínuos para desvendar os mistérios da gravitação, desde as primeiras observações de queda de objetos até a formulação das leis da gravidade por Isaac Newton.

Durante estudos do Sistema Solar, nos deparamos com dois modelos de sistemas: o Geocêntrico e o Heliocêntrico. Esses modelos foram essenciais possibilitando os avanços significativos tanto na ciência como na tecnologia. Modelos esses que vamos discutir nas duas próximas seções.

2.1 MODELO GEOCÊNTRICO

De acordo com Barreto Filho e Silva (2016), durante a Grécia Antiga, muitos filósofos dedicaram-se a encontrar explicações para os movimentos dos corpos celestes. Um dos modelos propostos foi o Geocêntrico, atribuído a Aristóteles (384 a.C.-322 a.C.) Evidenciado na figura 1.

Figura 1- Modelo Geocêntrico



Fonte: Fábio Silvério. Sistema Geocêntrico. 2020. Disponível em: <http://philosophia-ensinomedio.blogspot.com/2020/04/a-revolucao-copernicana-e-o-problema-da.html>. Acesso em 18/07/2023.

Nesse modelo, a Terra é considerada estacionária e central, enquanto os outros astros descrevem órbitas circulares ao seu redor, assim nasce o termo "Geocêntrico", que significa centrado na Terra, derivado do grego "Geo" que significa Terra. Cerca de quatro séculos após Aristarco, o astrônomo Cláudio Ptolomeu (100-170 d.C.) refinou o modelo Geocêntrico de Aristóteles em sua obra "*Almagesto*".

Segundo Doca, Biscuola e Bôas (2012) o modelo Geocêntrico foi proposto pelo matemático, geógrafo e astrônomo, Cláudio Ptolomeu no século II d.C, essa representação de planetário tinha a Terra como o centro do Sistema Solar, esse conceito predominou mais de quinze séculos. Destaca-se a importância histórica do modelo Geocêntrico e sua duradoura influência na concepção cosmológica da humanidade por um longo período. Essa visão do Universo, embora posteriormente substituída pelo Heliocentrismo, teve um papel fundamental na evolução do conhecimento científico e na compreensão da posição da Terra no contexto cósmico.

Para Barreto Filho e Silva (2016), de acordo com Ptolomeu, a Terra é considerada estacionária e ocupa a posição central. O Sol e a Lua giram ao redor da Terra em órbitas circulares. Cada planeta descreve um movimento ao redor de um ponto, formando um "epiciclo", e esse ponto, por sua vez, gira em órbitas circulares ao redor da Terra. Além disso, as estrelas são fixas em uma esfera de cristal que também gira em torno da Terra em órbita circular. Esse modelo, é detalhado em seu trabalho "*Almagesto*", foram amplamente utilizados por religiosos para o crescimento de influência e navegadores, o que o manteve como a visão predominante por um período de aproximadamente 1.500 anos.

2.2 MODELO HELIOCÊNTRICO

Por volta de 260 a.C., Aristarco de Samos (320 a.C.-250 a.C.) desenvolveu uma teoria que colocava o Sol no centro do sistema, antecipando o conceito Heliocêntrico (derivado do grego "*hélíos*", que significa Sol), que seria proposto por Copérnico (1473-1543) cerca de 15 séculos depois, evidenciado na figura 2.

Figura 2 - Modelo Heliocêntrico



Fonte: Fábio Silvério. Sistema Heliocêntrico. 2020. Disponível em: <http://philosophia-ensinomedio.blogspot.com/2020/04/a-revolucao-copernicana-e-o-problema-da.html>. Acesso em 18/07/2023.

O modelo Heliocêntrico foi apresentado pelo monge polonês e estudioso de Medicina, Matemática e Astronomia, Nicolau Copérnico (1473-1543) no século XVI esse modelo, o Sol e não a Terra é considerado o centro do Sistema Solar, “a Terra gravitaria em torno da estrela”. No processo de afirmação do estudo, a Igreja foi o obstáculo na aceitação dessa teoria, em razão de contrapor os conceitos religiosos.

Analisando o estudo realizado por Ptolomeu e Copérnico, foram de grande importância para a compreensão do Sistema Solar e outras teorias que impulsionaram cientistas a buscarem ou descobrirem algo novo sobre o universo.

Posteriormente, essa teoria foi enriquecida com outras contribuições e refinamentos, especialmente através das pesquisas de renomados estudiosos como Galileu Galilei (1564-1642), Tycho Brahe (1546-1601) e Johannes Kepler (1571-1630).

2.3 AS LEIS DE KEPLER

Os questionamentos desses modelos despertaram em vários cientistas o desejo de solucioná-los. “A crescente controvérsia entre as proposições de Ptolomeu e Copérnico levou os astrônomos a estudos mais profundos. Foi o astrônomo alemão Johannes Kepler (1571-1630) quem conseguiu descrever de modo preciso os movimentos planetários” (Doca; Biscuola; Bôas. 2012, p. 231). Mediante todo o avanço da ciência e dos meios tecnológicos, hoje o modelo aceito e estudado do Sistema Solar é o Heliocêntrico de Copérnico, tendo seu estudo sido aprofundado por Kepler.

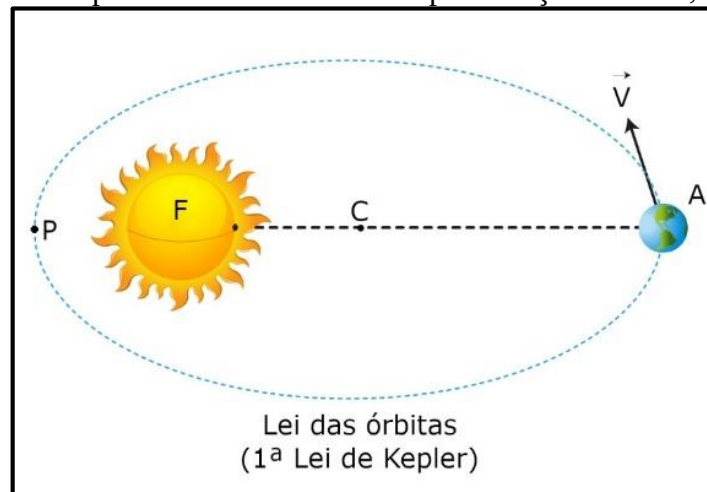
Gaspar (2019) afirma que o astrônomo dinamarquês Tycho Brahe (1546-1601), que dedicou sua vida à observação do céu, tinha Johannes Kepler como seu discípulo. Ao analisar os dados compilados por seu mestre, Kepler pôde formular suas três Leis do Movimento Planetário conhecidas como as três Leis de Kepler. É essencial lembrar que as Leis de Kepler são aplicáveis a um referencial fixo em relação ao Sol e, por isso, podem parecer incoerentes se utilizarmos a Terra como referência.

As Leis de Kepler desempenharam um papel fundamental na forte aceitação do modelo Heliocêntrico pela comunidade científica da época, pois resolveram incompatibilidades nos movimentos planetários quando interpretados pela teoria Geocêntrica.

➤ Lei das Órbitas (1ª Lei de Kepler)

A 1ª Lei do movimento planetário de Kepler, refere-se à forma elíptica da trajetória descrita por um planeta em torno do Sol, ou seja, cada planeta orbita a estrela em uma trajetória elíptica, com ela ocupando um dos focos da elipse, como mostra a figura 3.

Figura 3 - Órbita elíptica no Sistema Solar. Representação artística, não em escala.

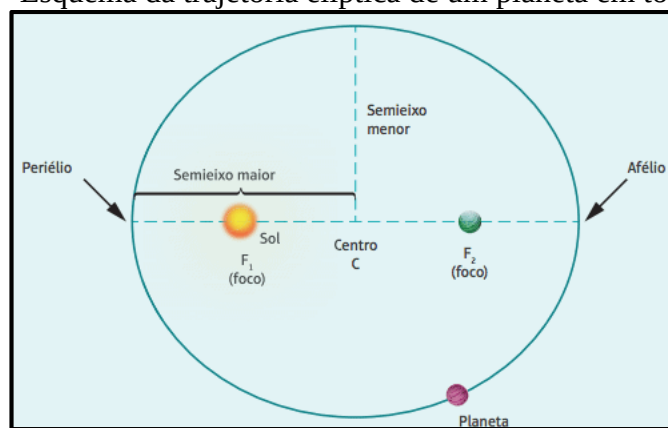


Fonte: Lucas Henrique dos Santos Silva. Órbita elíptica no Sistema Solar. 2011. Disponível em: <https://www.infoescola.com/fisica/primeira-lei-de-kepler/>. Acesso em 18/07/2023.

Uma elipse é uma forma geométrica plana de duas dimensões que lembra uma figura oval ou um "círculo alongado". Observando a Figura 3, a Terra está girando em torno do Sol que se encontra em um dos focos “F” (focos são dois pontos distintos dentro da elipse que têm uma propriedade espacial), não em círculos, e sim em elipse. Com o movimento do planeta em torno do Sol, ele vai mais rápido quando está próximo ao Sol e mais devagar quando está mais afastado, o ponto “P” mais próximo do Sol é chamado de periélio e o ponto “A” mais distante do Sol é chamado de afélio, já o ponto “C” indica o centro da elipse. O vetor $\vec{V}$ representa o comprimento, enquanto a direção indica a orientação no espaço.

A elipse é representada pelo conjunto de pontos nos quais a soma das distâncias a dois pontos especiais, conhecidos como focos, é constante. Essa característica pode ser facilmente observada na Figura 4.

Figura 4 - Esquema da trajetória elíptica de um planeta em torno do Sol



Fonte: Carlos Artur Matos. Trajetória elíptica. Disponível em: <https://www.coladaweb.com/fisica/leis-de-kepler>. Acesso em 19/07/2023.

O eixo maior corresponde à distância entre os extremos da elipse, que passa pelos focos. Já o semieixo maior é simplesmente a metade dessa distância. Similarmente, o eixo menor é a distância entre os extremos da elipse, mas neste caso, é perpendicular ao eixo maior e passa pelos focos. O semieixo menor é, novamente, a metade dessa distância. Em outras palavras, os semieixos maior e menor se estendem até o ponto “C”, que é conhecido como o centro da elipse.

A excentricidade de uma elipse é um parâmetro que descreve a sua forma e a sua relação com os seus eixos. Ela é um valor numérico que varia entre 0 e 1. Quanto maior a excentricidade, mais "achatada" a elipse será, enquanto que, a excentricidade é igual a zero, a elipse se torna um círculo perfeito.

A excentricidade é calculada pela razão entre a distância entre os focos da elipse (que

são dois pontos especiais situados no eixo maior) e o comprimento do eixo maior da elipse. Vamos chamar a distância entre os focos de “ $2c$ ” e o comprimento do eixo maior de “ $2a$ ”. A fórmula para calcular a excentricidade (e) é dada por:

$$e = \frac{c}{a} \quad (1)$$

Onde:

- e → Excentricidade;
- c → Distância entre os focos;
- a → Comprimento do eixo maior.

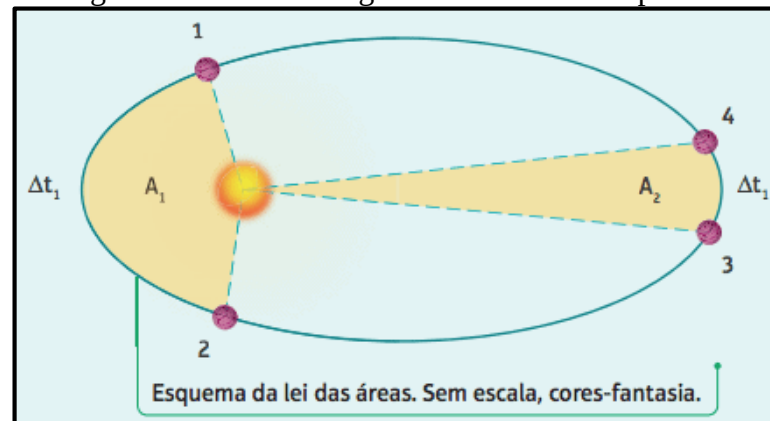
Portanto, quanto maior o valor de e , mais alongada será a elipse, e à medida que se aproxima de zero, a elipse se torna mais próxima de um círculo.

Além disso, a excentricidade também pode ser usada para determinar a posição dos focos em relação ao centro da elipse. Quando a excentricidade é maior que zero, os focos estão localizados no interior da elipse, um de cada lado do centro. Se a excentricidade é igual a zero (elipse degenerada), os focos e o centro coincidem, e a elipse se torna um círculo. Em resumo, a excentricidade é um parâmetro fundamental para caracterizar a forma de uma elipse e sua relação com os seus elementos geométricos.

➤ Lei das Áreas (2ª Lei de Kepler)

A 2ª Lei do movimento de Kepler, estabelece a relação entre a velocidade orbital do planeta e o ponto de sua Órbita. O segmento imaginário que liga o Sol a um planeta varre Árias iguais em intervalos de tempo iguais. Isso significa que os planetas se movem mais rapidamente em sua Órbita quando estão mais próximos do Sol e mais lentamente quando estão mais distantes, Percebe-se este fenômeno na Figura 5.

Figura 5 - Fenômeno ligado à velocidade do planeta



Fonte: Carlos Artur Matos. Esquema da Lei das áreas. Disponível em: <https://www.coladaweb.com/fisica/leis-de-kepler>. Acesso em 19/07/2023.

Na Figura 5, encontram-se quatro pontos: 1, 2, 3 e 4, fixados na Órbita do planeta. Ao analisar os pontos 1 e 2, percebemos que o planeta realiza esse percurso, levando um determinado tempo Δt_1 , e o mesmo tempo Δt_1 é gasto para ir do ponto 3 ao 4. Dessa forma, podemos estabelecer a relação de que o intervalo de tempo para ir do ponto 1 ao 2 é igual ao intervalo de tempo para ir do ponto 3 ao 4, assim temos a seguinte equação:

$$\Delta t_{12} = \Delta t_{34} \quad (2)$$

Onde:

- Δt_{12} → Intervalo de tempo do ponto 1 ao 2;
- Δt_{34} → Intervalo de tempo do ponto 3 ao 4.

Essa equivalência implica que as Áreas varridas pelo planeta durante esses deslocamentos são iguais.

$$A_1 = A_2 \quad (3)$$

Onde:

- A_1 → Área varrida 1
- A_2 → Área varrida 2

O vetor posição desse planeta varre Áreas iguais com tempos iguais, isso é chamado de velocidade areolar. Observação: No afélio, o planeta tem uma velocidade inferior à do periélio, tendo a seguinte relação:

$$V_{afélio} < V_{periélio} \quad (4)$$

Onde:

- $V_{afélio} \rightarrow$ Velocidade afélio;
- $V_{periélio} \rightarrow$ Velocidade periélio.

Esse fenômeno está relacionado à questão da energia, ou seja, quando o planeta se afasta em direção ao afélio, ocorre uma perda de energia cinética e um ganho de energia potencial gravitacional. Por outro lado, quando o planeta volta em direção ao periélio, ele ganha energia cinética e perde energia potencial gravitacional. Esse processo de troca entre as formas de energia acontece de acordo com a posição do planeta em sua órbita elíptica.

A velocidade areolar é uma medida da rapidez com que a área varrida por um corpo celeste em Órbita muda em relação ao tempo e é uma quantidade importante para entender o movimento orbital em sistemas astrofísicos. A velocidade areolar V_A é a variação da área Δv pelo variação do tempo Δt , que no caso V_A é constante, logo temos a seguinte equação:

$$V_A = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (5)$$

Onde:

- $V_A \rightarrow$ Velocidade areolar;
- $\Delta v \rightarrow$ Variação da área;
- $\Delta t \rightarrow$ Variação do tempo.

A Segunda Lei de Kepler afirma que o raio vetor que liga um planeta ao Sol varre Áreas

iguais em tempos iguais. Em outras palavras, a velocidade areolar, que é a taxa de variação da área varrida por esse raio vetor em relação ao tempo, é constante ao longo da Órbita do planeta.

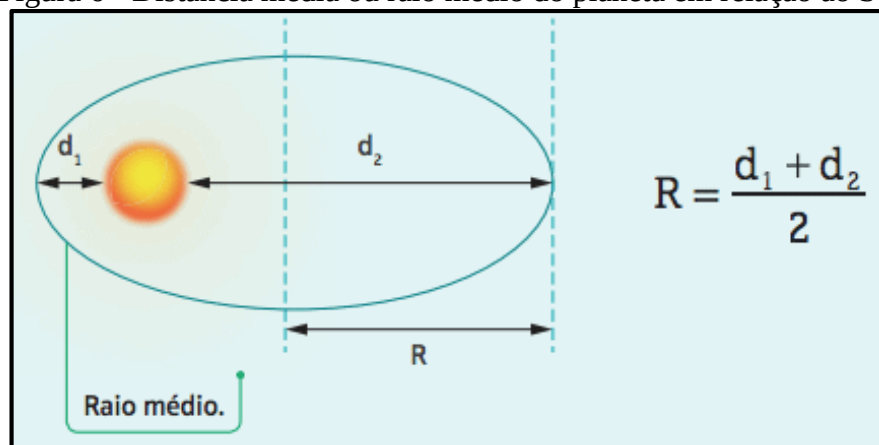
➤ Lei dos Períodos (3ª Lei de Kepler)

Depois de dedicar nove anos a investigar as órbitas dos planetas do Sistema Solar e aplicar a primeira e a segunda Lei de Kepler, alcançou uma importante descoberta. Kepler conseguiu estabelecer uma relação entre o tempo que um planeta leva para completar uma revolução ao redor do Sol (período) e a distância média (raio médio) do planeta ao Sol. Essa notável conexão foi formalizada como a terceira Lei de Kepler.

A 3ª Lei de Kepler, relaciona o período de revolução de um planeta, tempo necessário para esse planeta descrever uma volta completa ao redor do Sol. O quadrado do período orbital de um planeta é proporcional ao cubo do semieixo maior da Órbita. Em outras palavras, os planetas mais distantes do Sol levam mais tempo para completar uma Órbita do que os planetas mais próximos.

A distância média ou raio médio do planeta em relação ao Sol pode ser obtida por meio de uma média aritmética simples. Kepler descobriu que a média entre a distância do planeta ao Sol no afélio (ponto mais distante da órbita) e a mesma distância no periélio (ponto mais próximo da órbita), dividida por dois, resultava na distância média do planeta durante toda a sua órbita, evidenciado na Figura 6.

Figura 6 - Distância média ou raio médio do planeta em relação ao Sol



Legenda: a soma das distâncias e dividido por dois é obtido o valor do Raio Médio.

Fonte: Carlos Artur Matos. Raio médio. Disponível em: <https://www.coladaweb.com/fisica/leis-de-kepler>.

Acesso em 19/07/2023.

Relacionando o período de revolução de um planeta ao redor do Sol e o raio médio da

Órbita desse planeta, ou seja, relacionando essas duas grandezas Física, isso nos diz que, elevar ao quadrado o período de revolução e dividir pelo raio médio ao cubo, encontramos uma constante:

$$\frac{T^2}{Rm^3} = \textit{constante} \quad (6)$$

Onde:

- ***T*** → Período de revolução;
- ***Rm*** → Raio médio.

Utilizando a mesma fórmula para todos os planetas do sistema solar, vamos encontrar o mesmo valor, e a partir desse valor encontramos condições para encontrar as distâncias que os planetas estão em relação ao Sol.

Segundo Gaspar (2019), Isaac Newton (1642- 1727) pôde formular a Lei da Gravitação Universal com base nas Leis de Kepler. “Em qualquer lugar do Universo, duas partículas sempre se atraem com forças exercidas na reta que passa por elas e cujo módulo é diretamente proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que as separa” (Gaspar, 2019, p. 244). Com as informações obtidas, podemos notar que foram de grande importância para o desenvolvimento da Ciência e a Astronomia, assim possibilitando outros cientistas desenvolver novos estudos como Isaac Newton.

2.4 A BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR (BNCC) NO ENSINO MÉDIO E O COMPONENTE CURRICULAR FÍSICA

No processo educacional, existem planos, metas e leis a serem seguidas, a fim de desenvolver o Ensino e Aprendizagem de maneira eficaz e cumprir metas estabelecidas. Isso é crucial para garantir a oferta de uma educação de qualidade. As aprendizagens essenciais, delineadas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do Ensino Médio, são organizadas de acordo com as diferentes áreas do conhecimento. Isso garante que os direitos de aprendizagem e crescimento sejam protegidos, de acordo com as diretrizes estipuladas pela Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014, que aprova o Plano Nacional de Educação (PNE).

Esse documento de caráter regulatório é aplicável unicamente ao contexto da Educação escolar, conforme definido pelo § 1º do Artigo 1º da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 que estabelece a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN). Além disso, ele é embasado nos princípios éticos, políticos e estéticos que buscam promover a Educação dos indivíduos e a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.

A BNCC é o ponto norteador para o docente desenvolver o ensino dentro, as deficiências são corrigidas da melhor forma possível, também garante que os discentes evoluam nesse processo de Ensino e Aprendizagem trabalhando as habilidades e competências na Física a qual faz parte da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Além disso a BNCC diz que:

No Ensino Médio, a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias oportuniza o aprofundamento e a ampliação dos conhecimentos explorados na etapa anterior. Trata a investigação como forma de engajamento dos estudantes na aprendizagem de processos, práticas e procedimentos científicos e tecnológicos, e promove o domínio de linguagens específicas, o que permite aos estudantes analisar fenômenos e processos, utilizando modelos e fazendo previsões. Dessa maneira, possibilita aos estudantes ampliar sua compreensão sobre a vida, o nosso planeta e o universo, bem como sua capacidade de refletir, argumentar, propor soluções e enfrentar desafios pessoais e coletivos, locais e globais (Brasil. Ministério da Educação, 2018, p. 471).

É evidente que a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias trabalhada a grau médio, possibilita que os envolvidos obtenham novos conhecimentos e compreensão na vida alcançada por meio de algumas matérias como a Biologia, Química e Física, na qual elas abrangem aspectos naturais e científicos do mundo ao nosso redor, explorando os fenômenos biológicos, químicos e físicos que moldam nossa compreensão da natureza e suas interações.

Este estudo explora os conceitos relativos ao nosso planeta e ao Universo por meio da criação de uma Maquete física, complementada pela representação interativa do Sistema Solar através da RA, o trabalho está relacionado as seguinte Competência:

3 - Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) (Brasil. Ministério da Educação, 2018, p. 553).

Com a aplicação da RA os alunos adquiram a habilidade:

(EM13CNT204) - Elaborar explicações, previsões e cálculos a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como *softwares* de simulação e de realidade virtual, entre outros). (Brasil. Ministério

da Educação, 2018, p.557)

A utilização da tecnologia na educação e no ensino de Física traz vantagens como o envolvimento do aluno nas aulas, contextualização dos conceitos científicos com o cotidiano presente no dia-a-dia, é visível e está fundamentado na BNCC que aborda as competências e habilidades para o bom desenvolvimento do Ensino e Aprendizagem, como também vigente na LDBEN/1996, PNE/2014 e DCN/2018. A tecnologia está presente e se faz essencial para o desenvolvimento da educação, sendo a RA um dos fatores que está crescendo e evoluindo junto com a educação.

3 A UTILIZAÇÃO DA REALIDADE AUMENTADA NA EDUCAÇÃO

A educação na sociedade exerce um papel fundamental, ela promove o avanço tecnológico, além de progredir a humanidade a novos estágios, principalmente na evolução em todos os contextos a qual estamos inseridos hoje. Diante desse contexto, ilustra Klettemberg, Tori e Huanca (2021), que:

A educação é uma teia complexa de processos que se estabelecem na relação dialética entre sujeitos que se relacionam com outros e com o mundo. Nessa complexidade, a busca por recursos e metodologias pautadas no protagonismo do educando são essenciais para melhorar a qualidade do ensino no mundo. (Klettemberg; Tori; Huanca, 2021, p.828)

A RA é uma tecnologia utilizada em jogos, filmes e por empresas para a divulgação de seus produtos. A sua função é sobrepor objetos 3D à nossa realidade em qualquer ambiente que seja apto a sua utilização, fazendo que o usuário tenha uma interação do meio real com o elemento virtual exposto a nossa visão.

Logo, a RA introduzida na educação potencializa o Ensino dando significado ao processo de Ensino e Aprendizagem do aluno. Ademais, “educar é uma relação de construção e dialética que envolve diversos fatores e, entre eles, fatores emocionais. É antagônico falar de educação sem considerar o educando em sua totalidade” (Klettemberg; Tori; Huanca, 2021, p.837). Diante do exposto a RA torna o discente o protagonista do seu aprendizado. Isso coaduna a ideia de “promover a aprendizagem nos contextos da explanação e interação com o conteúdo e ser de grande relevância tanto para a área de RA, pelo conhecimento adquirido a partir de seu emprego em um novo ambiente, como para a área [da] educação [...]” (Forte; Kirner, 2009, p. 4). A RA promove esse ambiente em que o aluno interaja conteúdo, onde ele

estão livres para explorar a ferramenta, em que seu interesse se desperte mais pela Física e a tecnologia.

Afirmam Zorzal, Jorge e Costa (2018), que nos últimos anos vem sendo efetuadas pesquisas sobre a RA móvel aplicada à Educação é, ressaltam que os objetivos dessas inquições são implementar e favorecer interfaces acessíveis para facilitar sua utilização, apoiando a aprendizagem e exibindo conteúdo e informações significativas. Essa tecnologia inserida no contexto educacional terá grandes impactos na aprendizagem do educando, pois facilita a formalização de ideias de maneira visual.

É importante indagar que a RA é uma metodologia ativa, que contribui para o ensino e aprendizagem de todos envolvidos: consequentemente afirma Moran que,

As metodologias ativas dão ênfase ao papel de protagonista dos aprendizes na sua relação dinâmica com todos os participantes e componentes do processo de ensino e aprendizagem, especialmente com os docentes. Esse processo é, ao mesmo tempo, ativo e reflexivo, de experimentação e análise, sob a gestão dos professores. A aprendizagem híbrida destaca a flexibilidade, a mistura e compartilhamento de espaços, tempos, atividades, materiais, técnicas e tecnologias. Os quais dão significado ao processo ativo de ensinar e aprender (Moran, 2019, p. 8).

Segundo Bachich e Moran (2017) é importante que as metodologias ativas estejam inseridas no contexto educacional, para que os alunos assumam o papel de protagonistas do processo de ensino e aprendizagem, adquirindo valores, flexibilidade e colaboração, para que seu conhecimento tenha significado tanto educacional como do cotidiano. “As tecnologias são muito mais do que artefatos e aplicativos: são ambientes de vida. Integram cultura e competências digitais: um mundo em que tudo se mistura, em que tudo está sempre ao nosso alcance, disponível para aprender, criar e compartilhar” (Moran, 2019, p. 75).

A tecnologia revolucionou toda a sociedade, trabalho, lazer, comunicação, tiveram suas evoluções, a educação, está em constante evolução. “Apesar de todas as áreas do conhecimento que devem usufruir dos benefícios da Realidade Aumentada, ensino, aprendizagem e treinamento deverão particularmente passar por uma grande evolução com novas formas de relacionamento do estudante com professor, [...]” (Kirner; Tori, 2006, p.23).

Entende-se sobre o pensamento, que a utilização da Realidade Aumentada traz benefícios que melhore cada vez mais o relacionamento entre docente e discente e sendo fundamental para a evolução da Educação. “O uso desta metodologia se adapta muito bem a conteúdos onde a abstração necessária pelos alunos se torna muito complexa” (Cardoso, 2014, p. 332). De acordo com isto, a RA se adapta e facilita assunto, tornando a rotina de estudos mais digital e interativa.

Percebe-se que o uso de ferramentas como a Realidade Aumentada pode ajudar os alunos a compreender o conteúdo, beneficiando tanto os professores quanto os estudantes. É feito através da promoção da comunicação e do compartilhamento de experiências entre professores e alunos. Tornando as aulas mais atraentes e interessantes para os alunos.

Deve-se lembrar que “a tecnologia não é uma solução mágica para os problemas da Educação, mas, quando aliada à prática social e à interação humana, pode contribuir para a (re)construção coletiva de conhecimentos” (Habowski; Conte; Trevisan, 2019, p. 15). Isso corrobora a ideia sobre a tecnologia ser a solução para todos e quaisquer problema na educação. Assim entende-se que introdução dos recursos tecnológicos como a RA na sala de aula, não resolverá automaticamente os problemas na educação ou no ensino de Física, ela ajudará o professor há intervinha de forma significativa e correta no ensino e aprendizado.

Esses recursos devem ser usados para enriquecer a interação do professor e aluno de maneira eficaz ajudando na construção do conhecimento, facilitando a aprendizagem colaborativa. Na próxima seção, entenderemos um pouco sobre o contexto do ensino de Física com a Realidade Aumentada, ponto importante para a intervenção da RA para a compreensão dos conceitos existentes no conteúdo de Gravitação.

4 ENSINO DE FÍSICA COM A REALIDADE AUMENTADA

Introduzido no Ensino de Física novos recursos pedagógicos, ferramentas ou materiais didáticos, como a RA possibilita “ensinar e aprender Física envolve conceitos e conceitualização, modelos e modelagem, atividades experimentais, competências científicas, situações que façam sentido, aprendizagem significativa, dialogicidade e criticidade, interesse [...] desafios para o ensino da Física” (Moreira, 2021, p. 1). Ademais, Moreira (2018) o ensino de Física nos dias de hoje, deve implementar tecnologias para ajudar o professor, como os celulares presente no dia a dia, ressaltando que em pleno século XXI, deve-se introduzir ferramentas que ajudem no entendimento do conteúdo de Física, sendo importante para isso as simulações computacionais, modelagem computacional e laboratórios virtuais. A Realidade Aumentada é mais uma dessas ferramentas que implementada irá favorecer e melhorar o ensino-aprendizagem.

De acordo com Moreira (2018) É óbvio que, no contexto atual, as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) deveriam permear o ensino de Física, mas isso não acontece. “Como já foi destacado, esse ensino é o mesmo de sempre: aulas expositivas e listas de problemas, quadro-de-giz (slides em *PowerPoint*), livro de texto único (ou apostila única),

conteúdos desatualizados, aprendizagem mecânica (“decoreba”) de fórmulas e respostas corretas” (Moreira, 2018, p. 76). Devido os profissionais da área buscarem alternativas que melhoram o contexto educacional e despertam o interesse dos alunos pela Física, hoje há várias ferramentas para serem desenvolvidas e trabalhadas com os discentes, como os laboratórios virtuais, simuladores, experimentos e em crescente no momento, os aplicativos de Realidade Virtual e Aumentada.

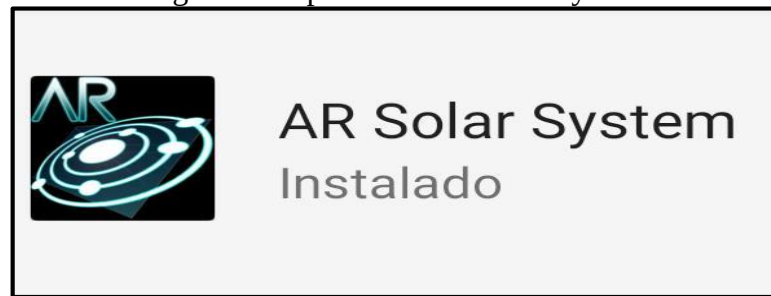
De acordo com Gonçalves, Oliveira e Vettori (2017), *softwares* e jogos em RA pela visualização de diversos fenômenos e técnicas desenvolvidas torna-se vantajosa para o aprendizagem de Física. Com a finalidade para o ensino é visível o seu potencial e vantagem para a educação e o ensino de Física “a aplicação de RA com fins educativos na aprendizagem de Física, sobretudo para ensino médio, além de um fator motivacional para os alunos, admite a criação e observação de objetos, fenômenos e processos que dificilmente podem ser reproduzidos em aulas tradicionais ou nos laboratórios” (Gonçalves; Oliveira; Vettori, 2017, p. 3). O principal ponto da RA é expor um método novo de visualização de conteúdo, fugindo do tradicional, sendo fiel a prática de ensinar a Física deixando-a mais atrativa aos olhos do aluno.

Consequentemente, “[...] [o] aprendizado em conjunto com a evolução e disseminação acelerada do conhecimento por meios digitais torna o uso de métodos de ensino tradicionais incompatível com o cenário atual, e exige que as instituições de ensino se adaptem a essa nova realidade digital” (Xavier *et al.*, 2020, p. 97364). É importante que professores tradicionalistas busquem se adaptarem a essa nova realidade, em que o ensino está em constante transformação, é importante estar abertos a novas metodologias para se desenvolver o Ensino e Aprendizagem.

4.1 FERRAMENTAS BASES PARA APLICAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA COM A REALIDADE AUMENTADA

O *Ar Solar System*, foi lançado em 16 de janeiro de 2018, seu conteúdo é classificado para todos os públicos, sua instalação é para *Android 4.4* ou superior, sua versão 1.5.10, última atualização foi em 3 de julho de 2020. Esse *App* pode ser baixado gratuitamente pela plataforma *Google Play Store*, e é oferecido por Arthur Arzumanyan. O Aplicativo (*App*) base da pesquisa, o *AR Solar System (App)* de Realidade Aumentada e Virtual apresenta em seu menu as duas formas de visualização de conteúdo. Para a realização do trabalho, é utilizado *App RA*, é possível visualizar o Sistema Solar em um formato tridimensional com gráficos 3D futuristas criados pela *Unity 3D / Vuforia*, o mesmo pode ser observado na Figura 7.

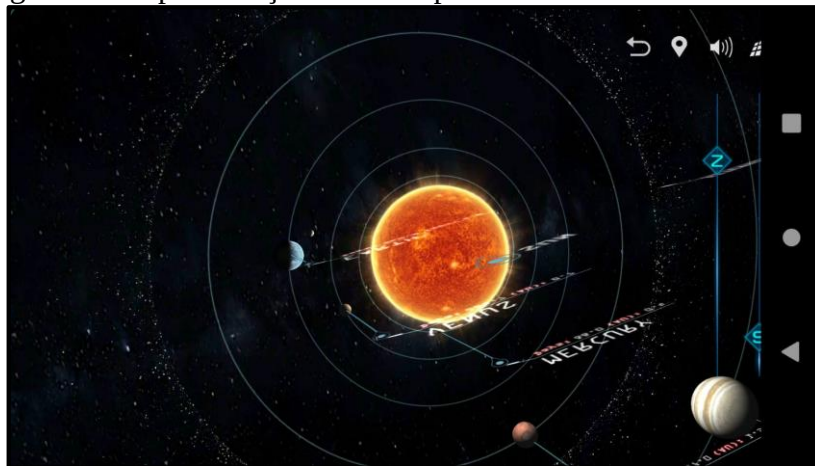
Figura 7 – Aplicativo AR Solar System



Fonte: Captura de tela extraída do Play Store, 2023.

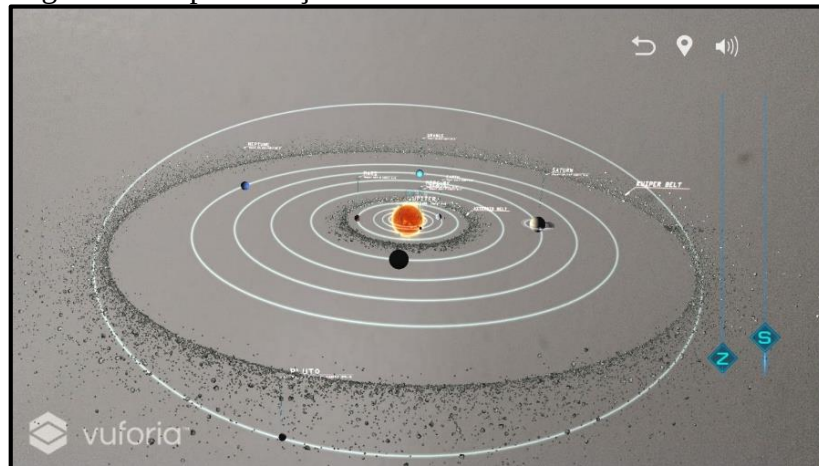
Nesse *App*, de acordo com Azeredo (2023), há a opção de visualizar todo o Sistema Solar e cada planeta separadamente, com suas respectivas informações disponíveis na tela inicial sob o ícone “*Planetarium*”. O *App* pode ser usado com um dispositivo móvel equipado com marcador de Realidade Aumentada e óculos de Realidade Virtual (RV), pois é compatível com a versão *Google Cardboard*, que permite ao usuário criar um visualizador de baixo custo, as figuras 8 e 9 são capturas de tela do *App* em execução com o marcador AR e sem, observa-se que o Sistema solar pode ser visualizados perfeitamente.

Figura 8 – Representação em 3D a partir da leitura do marcador AR



Fonte: Captura de tela AR Solar System, 2023.

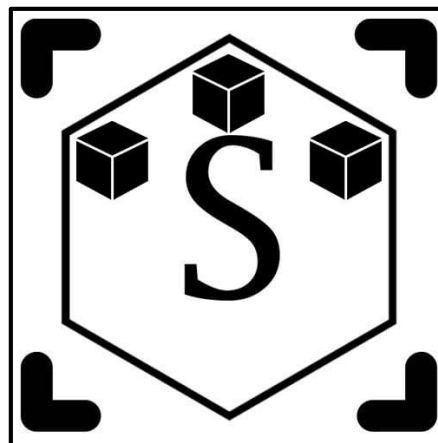
Figura 9 – Representação em 3D sem a leitura do marcador AR



Fonte: Captura de tela AR Solar System, 2023.

Para visualizar os objetos em 3D precisa-se imprimir o alvo ou marcador “AR Marker” fornecido pelo aplicativo em formato de imagem *PNG (Portable Network Graphic)*, ou exibir em outra tela para fazer o Sistema Solar e planetas visíveis, ou seja, sobrepor os objetos ao nosso mundo real em formato tridimensional. Podemos ver na figura 10 o marcador AR, ele serve como um ponto fixo, possibilitando uma melhor visualização em 3D.

Figura 10 - Marcador de Realidade Aumentada AR Marker



Fonte: Extraído do aplicativo AR Solar System, 2023.

O *App* disponibiliza para os usuários vários recursos como informações, aspecto de visualização, a praticidade na realização da prática, apresenta vantagens e desvantagens, como afirma Azeredo:

Com o AR Solar System é possível visualizar a ordem dos planetas e astros no sistema solar, bem como suas dimensões e coloração. Além disso, ao clicar nos planetas e astros são apresentadas ao usuário informações gerais sobre eles, porém essas informações não estão disponíveis em português, o que pode ser um entrave na hora da aplicação em sala de aula. Dentre as principais vantagens do aplicativo é que seu

uso não exige a conexão com a rede de internet, o que facilita o uso nos espaços escolares. Contudo, também apresenta desvantagens no que se refere ao acesso dos estudantes a um dispositivo compatível com a versão do aplicativo e ao idioma das informações contidas em sua interface. Para sua utilização em sala de aula, a mediação do professor no acesso dos alunos às informações sobre os planetas e astros do sistema solar é indispensável. O uso do AR Solar System contempla uma experiência interdisciplinar, pois remete a conhecimentos da área de Códigos e Linguagens, Ciências da Natureza e da Geografia. (Azeredo, 2023, p.5)

O *layout* do aplicativo encontra-se em idioma Inglês, essa foi uma desvantagem para a introdução na sala de aula nesse estudo, devido ao baixo conhecimento ou domínio da língua inglesa. Com a identificação desta dificuldade, construímos outra ferramenta didática, a Maquete do Sistema Solar.

Essa ferramenta minimizou a desvantagem do idioma, isso se deu através da tradução de todas as informações encontrada no *App*, descrição em fichas impressas e fixação abaixo de cada astro representado na Maquete.

A Maquete utiliza materiais de baixos custos, como: cola, tinta guache, corretivo, bolas de isopor de tamanhos variados, cartolina da cor de sua preferência, papelão, folha A4, placas de isopor de 1,00 x 80 e pincel, fáceis de serem encontrados em papelarias. O resultado final da elaboração do recurso didático pode ser observado na Imagem 1

Imagem 1 - Maquete do Sistema Solar com o marcador AR Marker



Fonte: Autor, 2023

As maquetes são recursos pioneiros na educação, vários professores utilizaram para desenvolver o aprendizado dos alunos. Para Santos e Linhares (2019, p.1) “o uso de maquetes é um processo bastante amplo, pois consegue minimizar diversas dificuldades encontradas pelos estudantes, além de estimular mais o interesse dos alunos e promover um melhor

entendimento dos conteúdos ministrados”. É um material simples que ajuda a promover o Ensino e Aprendizagem. Desta forma a Maquete do Sistema Solar foi utilizada para estimular o entendimento do conteúdo de Gravitação e as Leis de Kepler.

Com o Sistema Solar em Realidade Aumentada solidificou a aprendizagem dando mais significado e notoriedade. Essas práticas pedagógicas estimulou o aprendizado e a participação dos alunos, logo:

A utilização de várias práticas pedagógicas diferentes facilita o aprendizado do aluno, uma vez que uma maior variedade de metodologias desperta a curiosidade do aluno, principalmente quando, o professor atua com crianças e adolescentes que estão em uma fase de descoberta do que chama mais atenção em sua volta. Além disso este maior interesse dos alunos é gratificante para o professor que se desempenha para desenvolver essas atividades (Santos; Linhares, 2019. p. 4).

É evidente que a participação e o interesse dos alunos pela aula estimula o professor. Deve-se ressaltar, que só é possível, através de estímulos por meio de práticas pedagógicas, Aulas tradicionalistas engessam o ensino, tomando-se monótonas e previsíveis. Mediante ao exposto, se faz importante a introdução desses materiais didáticos como a Maquete e a Realidade Aumentada. Dessa forma, foi realizado o presente estudo, a qual todos os processos e métodos foram abordados e discutidos na seção 5.

5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

5.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO

Trata-se de um estudo descritivo com a análise mista, qualitativa e quantitativa, utilizando à prestação de informações e opiniões através dos 03 questionários, dividido em 02 modelos de perguntas:

- Perguntas abertas referentes à percepção dos alunos sobre a utilização da realidade aumentada para a melhor compreensão dos fenômenos estudados na Física, principalmente no estudo das Leis de Kepler.
- Perguntas fechadas e objetivas com respostas na escala Likert utilizando o modelo de “ Medição de Atitudes Relativas ao Ensino, Estudantes e Aprendizagem ” ou “ Evaluation model of Mobile Augmented Reality Educational Approaches ” - MAREEA.

A escolha objetivou a utilização de uma visão mais aprofundada na análise dos alunos em relação a aplicabilidade da realidade aumentada para o melhor entendimento sobre o conteúdo de gravitação.

Segundo Herpich *et al.* (2019) a escala *Likert* é uma escala de 5 pontos, bem aceita em pesquisas científicas pela razão de permitir uma precisão maior nas respostas. Esse estilo facilita a vida do pesquisador, pelo fato de obter dados mais específicos e objetivos da pesquisa, para que a realização do trabalho se torne mais objetiva.

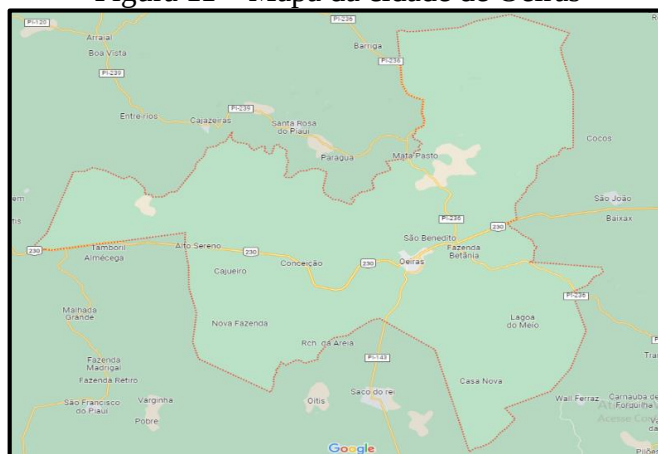
De acordo com Herpich *et al.* (2019) o modelo *MAREEA* tem a função de avaliar o nível de satisfação, qualidade e experiência do usuário após à interação com o recurso em contexto educacional, avaliando a abordagem da educação em Realidade Aumentada, determinando a escala *Likert* como formato de respostas na qual os 5 pontos se distribuem em: discordo totalmente, discordo, não sei, concordo e concordo totalmente. O que torna o modelo mais prático e viável a sua aplicação. Além disso, “o questionário *MAREEA* é composto por 37 questões dispostas em uma escala *Likert* é uma questão aberta para os alunos expressarem os pontos positivos e negativos percebidos” (Nicolete *et al.*, 2019, p.348).

Rampazzo (2008) afirma que a pesquisa descritiva visa registrar e analisar os fenômenos com suas características e peculiaridades, além disso, o autor descreve o método quantitativo como uma amostragem exata dos dados levantados, sendo representado estatisticamente em busca de variáveis. Ademais, o método qualitativo baseia-se na dialética e fenomenologia, procurando investigar o significado dos fatos dados pelos atores sociais como pessoas, objetos em todo contexto social. Esses modelos de pesquisas e métodos são essenciais para a elaboração de qualquer trabalho acadêmico.

5.2 LOCAL DO ESTUDO

Foi realizada a visita na escola pública CETI Farmacêutico João Carvalho, foi apresentado a Maquete do Sistema Solar em Realidade Aumentada, assim possibilitando que os alunos vivenciassem uma ferramenta didática com meios tecnológicos utilizados diariamente, que são os celulares, sendo uma forma inovadora para se aprender a Física. A figura 11 mostra demarcação territorial de Oeiras, ela uma das cidades que compõem o vale do Canindé.

Figura 11 – Mapa da cidade de Oeiras



Fonte: Google Maps. Mapa de Oeiras Piauí, 2023. Disponível em: <https://www.google.com/maps/place/Oeiras+-PI/@-6.9677415,-42.2515361,10z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x79c9110206f91bd:0x415d636920a317a5!8m2!3d-7.0141806!4d-42.1287035!16zL20vMDZ6OWQ1?entry=ttu>. Acesso em 25/10/2023.

O CETI Farmacêutico João Carvalho, é localizado na Avenida Desembargador Cândido Martins, nº 303. É uma escola da rede estadual de ensino, com o nível de conhecimento sobre a Educação Básica e a modalidade de Ensino em Tempo Integral. Pode-se observa a escola representada pela imagem 2.

Imagem 2 – Escola campo da pesquisa



Fonte: Folha de Oeiras. Ceti Farmacêutico João Carvalho em Oeiras. 2022. Disponível em: <https://www.folhadeoeiras.com/noticia/6563-ceti-farmacautico-joao-carvalho-completa-56-anos-e-torna-se-totalmente-integral-em-2022>. Acesso em 25/10/2023 as 19:53h.

A história da instituição de ensino CETI Farmacêutico João Carvalho deu-se nos anos 60 através de sua construção, onde a mesma foi sugerida na década de 50 quando existia em Oeiras um Ginásio Municipal Oeirense, cujo diretor era o Padre. Balduino Barbosa de Deus. Foi construída no final do ano de 1966, em março de 1967 iniciaram as aulas e a escola recebeu o nome de Ginásio Comercial Dom Expedito Lopes. Por Lei Estadual passou para o Estado, sendo nomeado Ginásio Estadual de Oeiras, mais tarde Colégio Estadual de Oeiras.

O CETI Farmacêutico João Carvalho concentra-se numa área de 5.512 m². Nela, consta um hall de entrada, 12 salas de aulas, diretoria, secretaria com divisória, sala de professores, laboratório de informática, cantina, dois depósitos, 5 banheiros, área coberta, biblioteca, almoxarifado, Ginásio Poliesportivo com banheiro construído com recursos do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE).

O corpo docente é composto de 26 professores. O corpo discente da escola é composto por 281 estudantes. A escola oferece à sua clientela um nível de ensino: Ensino Médio Integral (manhã e tarde). O corpo técnico administrativo é formado por 11 funcionários. Ainda detém Serviço de apoio (vigias, zeladores e merendeiras) é formado por 11 funcionários.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010), o município de Oeiras, tem fortes em fluência na história da colonização do Brasil e do estado do Piauí. Antigamente conhecida como “mocha” devido ao riacho mocha situado na região, no ano 1758 tornou-se sede do governo, somente no ano de 1761 ganhou foros de cidades, passando, então, a denominar-se Oeiras, em homenagem a Sebastião José de Carvalho e Melo, também conhecido por Conde de Oeiras e Marquês de Pombal. Oeiras é considerada o núcleo mais antigo do Piauí e berço da história e colonização do Estado. Observa-se a seguir na imagem 3 a cidade de Oeiras, vista do Morro do Leme conhecido como Morro da Santa, ponto turístico bastante visitado.

Imagem 3 – Vista da cidade de Oeiras do Piauí



Fonte: Helissa Gründemann. Vista do Morro do Leme. Disponível em: <https://pt.dreamstime.com/vista-da-cidade-partir-do-topo-ponto-de-morro-leme-em-oeiras-piaui-image222762521>. Acesso em 25/10/2023.

Primeira capital do Piauí, Oeiras é considerada a capital da fé devido a religiosidade católica está atrelado ao município e aos municípios vizinhos, sendo o ponto fundamental a Semana Santa com sua Procissão de Fogaréu. Segundo o censo do IBGE (2022) a população é de 38.161 pessoas. De acordo com Índice de Desenvolvimento da Educação Básica / Ensino

médio / Pública / Estadual de 2021, em referência a qualidade do ensino, Oeiras ocupa a décima oitava posição entre as cidades do Piauí. A taxa de escolarização de 6 a 14 anos de idade é 97.9 % considerada como boa.

5.3 PARTICIPANTES DO ESTUDO

O público alvo deste estudo foram os alunos da rede estadual de ensino da cidade de Oeiras, do CETI Farmacêutico João Carvalho, com foco nos 2º anos do ensino médio, das três turmas “A”, “B” e “C”, a pesquisa englobou 40 discentes promovendo uma amostra alternativa e participativa, sendo esses os critérios de elegibilidade utilizados para participação no estudo.

5.4 PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS

Para a coleta de dados, primeiro foi realizada uma abordagem junto à instituição (diretor, professor e alunos) para explicar sobre a intencionalidade do projeto. Após a anuência da instituição, o projeto foi enviado ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Centro Universitário Facid Wyden - UNIFACID WYDEN para apreciação. A Submissão constou toda a documentação necessária, como a Autorização Institucional, Carta de Encaminhamento ao CEP, Declaração dos Pesquisadores, Modelo de Relatório - CEP, Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE), Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), Termo de compromisso de utilização de dados (TCUD) e Termo de Confidencialidade (TC).

O trabalho submetido ao (CEP) dia 10 de Abril de 2023, após a análise do projeto, foi aprovado em 19 de junho de 2023, após o processo conduziu-se a realização da coleta de dados, em duas etapas:

A primeira etapa foi realizada nos dias 28 e 29 de agosto de 2023, com a aplicação dos termos TCLE e TALE. Nesse processo os alunos menores de dezoito anos levaram os termos para os responsáveis assinarem. Após todos fazerem a devolutiva da documentação, deu-se início a elaboração e planejamento da segunda etapa. As informações e as dúvidas foram sanadas no momento. Em seguida, foi aplicado o Questionário Prévio com perguntas relacionadas ao conteúdo de Gravitação, abordando o tópico “Leis de Kepler”.

A etapa seguinte foi realizada nos dias 04 e 05 de setembro de 2023. Para isso, reservou-se 50 minutos da aula para abordar o conteúdo. Fez-se uso da Maquete do Sistema Solar para

uma compreensão melhor dos conceitos e logo em seguida os alunos realizaram a experimentação da RA, fundamentando mais a aprendizagem. Nos 10 minutos finais, aplicou-se os questionários MARREA e o Pós Teste

Para a aplicação da segunda etapa foi criado uma Maquete do Sistema Solar e fixado um marcador para estabilizar a imagem do próprio Sistema Solar como também os planetas. Com a utilização dos celulares, já com a câmera do dispositivo apontada para o painel, os discentes visualizaram o Sistema Solar com os planetas orbitando o Sol de acordo com o Modelo Heliocêntrico.

Neste sentido, apresentou-se a Maquete do Sistema Solar com o marcador. A ação ocorreu direcionando a câmera do celular para fazer a leitura e gerar a o Sistema Solar em 3D de forma estável. Para fazer a experimentação do Sistema Solar em Realidade Aumentada. Após esta etapa, os alunos responderam o questionário para a consolidação da coleta de dados.

Notou-se na representação que o Sistema Solar está fora de escala. Esse quesito foi devidamente explicado para os alunos, que a escala de proporção real é muito maior e a informação de todos os astros que valida a afirmação, está localizada abaixo de suas representações. O idioma do *App* é o Inglês, as suas informação esteve localizada abaixo de suas representações traduzidas e fixadas na Maquete, obtendo maior entendimentos sobre cada astro no momento da explicação.

A coleta de dados se deu por meio de três questionários, impressos totalmente estruturados, na qual as perguntas foram previamente formuladas em escala *Likert* (de 5 pontos). Desta forma, o Questionário prévio para obter os conhecimentos prévios sobre o conteúdo de gravitação com ênfase nas leis de Kepler, o Questionário modelo de avaliação *MAREEA* para avaliar a ferramenta (*AR Solar System*), e o Questionário pós-teste para ter o conhecimento do grau de satisfação da utilização do *App* com conteúdo da Física utilizado.

5.5 ANÁLISE DE DADOS

De início foi realizada a tabulação dos dados obtidos dos questionários impressos no *Microsoft Excel*, e após foi exportado para o Software *IBM Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), versão 20.0 para análise estatística.

A estatística descritiva dos dados é realizada por meio das médias e desvios-padrão dos escores das variáveis quantitativas. As associações entre as variáveis, realizadas por meio do teste *t Student* e teste *Qui-quadrado de Pearson* ou *Fisher* (frequências observadas menores que 5).

Em todas as análises estatísticas inferenciais foram consideradas como estatisticamente significantes aquelas com $p < 0,05$.

Os resultados tiveram suas informações convertidas e apresentadas em forma de gráficos e tabelas e seguindo o ordenamento dos objetivos proposto pelo estudo.

5.6 CRITÉRIOS ÉTICOS

O presente estudo foi pautado na autorização por documentos legais, respeitando as normativas para a realização da pesquisa junto à instituição e os seus responsáveis. Salienta-se que os dados foram tratados com confidencialidade e sigilo de modo a preservar o anonimato dos participantes e que as informações obtidas tiveram fins científicos.

Os riscos com a pesquisa foram mínimos, uma vez que se trata de uma pesquisa que visa obter informações sobre aplicativo no uso. Os alunos foram orientados a utilizar o celular só para experimentação com o *App*, a formarem grupos para fazerem a visualização da RA, devido alguns celulares não serem compatíveis para a ferramenta, os educandos tiveram um aprendizado conjunto.

Os benefícios da pesquisa trouxeram grande valia para o Ensino de Física, a agregação da tecnologia na sala de aula vai promover um ambiente alternativo e dinâmico com a utilização dos celulares, em que foi um agente benéfico no ambiente em que a RA foi inserida. Outro ponto significativo foi a crença em que a Física era tida como uma disciplina difícil. É importante salientar que a introdução da RA surgiu como uma alternativa inovadora para a transformação das aulas tradicionais, em detrimento de um método interativo de acordo com a realidade vivida em meio a uma sociedade tecnológica.

6 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nesta seção, serão apresentados os resultados estatísticos para fazer afirmações sobre as informações dadas pela amostra da pesquisa relacionando-as aos objetivos da pesquisa. Os dados coletados foram analisados minuciosamente para identificar padrões, tendências e relações significativas, com o intuito de fornecer dados relevantes para a compreensão do estudo.

Para análise dos dados quantitativos, foram usadas frequências absolutas e relativas nas variáveis de médias e qualitativas. Os dados coletados foram digitados na planilha eletrônica *Microsoft Excel* e posteriormente analisados no *IBM Statistical Package for the Social Sciences*

– SPSS, versão 20.0.

No CETI Farmacêutico encontrasse matriculados nas turmas dos 2º anos, 70 alunos, com frequência média de 58 alunos. Para a formação do público da amostra utilizamos o critério da frequência para garantir a legibilidade da pesquisa, onde selecionamos 40 amostras, ressaltamos que todos os alunos presentes no momento participaram, não ocorrendo a exclusão, assim garantindo a inclusão.

A tabela a seguir apresenta o perfil dos alunos selecionados pela frequência nos dois momentos da culminância do projeto. Ela fornece informações sobre três variáveis: sexo, idade e série. Os dados estão apresentados em frequências absolutas (n) e percentuais (%).

Tabela 1 - Perfil dos alunos do 2º ano/Ensino Médio do CETI Farmacêutico João Carvalho

Variáveis	n	%
Sexo		
Feminino	20	50,0
Masculino	20	50,0
Idade		
16	11	27,5
17	21	52,5
18 ou mais	8	20,0
Série		
A	15	37,5
B	11	27,5
C	14	35,0

Fonte: Autores, 2023

Pode-se notar que a distribuição de gênero dos alunos está equilibrada, tendo a maioria dos alunos com a idade de 17 anos. A distribuição de cada indivíduo por série é relativamente equitativa, esse parâmetro é visível devido a boa distribuição das turmas realizada pela gestão escolar.

Esses dados permitem entender a composição demográfica e a distribuição dos alunos de acordo com sexo, idade e série. Essas informações podem ser importantes para o planejamento educacional e outras decisões relacionadas ao ambiente educativo.

De acordo com Marconi e Lakatos (2010), o Questionário prévio utilizado detem elementos importantes, como a Fidedignidade, Validade e Operatividade o que permite a apuração de estimativas sobre os resultados futuros. “Se o conhecimento prévio é uma variável fundamental para a aprendizagem significativa, é óbvio que no início das aulas, deve-se buscar informações sobre esse conhecimento prévio dos alunos” (Moreira, 2019, p.). Concordamos a afirmação de Moreira, porque facilita diagnosticar pontos importantes para o ensino-aprendizagem dos alunos, como a dificuldade de assimilação de conteúdo.

Logo a seguir encontra-se o Questionário Prévio realizado com os alunos. Esse instrumento teve como objetivo diagnosticar os conhecimentos prévios dos alunos relacionados ao conteúdo de Gravitação e as Leis de Kepler.

Tabela 2 - Distribuição das frequências no Questionário Prévio

Perguntas	DT	D	NS	C	CT
1. O primeiro sistema planetário, modelo de organização dos corpos celestes no Universo capaz de explicar e prever esses movimentos com razoável precisão foi o sistema geocêntrico.	-	1 (2,5%)	19 (47,5%)	19 (47,5%)	1 (2,5%)
2. De acordo com o sistema geocêntrico, a Terra ocupa o centro do Universo e, em torno dela, movem-se a Lua, Mercúrio, Vênus, Sol, Marte, Júpiter e Saturno.	8 (20,0%)	18 (45,0%)	4 (10,0%)	7 (17,5%)	3 (7,5%)
3. O sistema geocêntrico de Ptolomeu, embora muito complicado, foi aceito durante catorze séculos, mas não era perfeito.	1 (2,5%)	10 (25,0%)	19 (47,5%)	9 (22,5%)	1 (2,5%)
4. No século XVI, o astrônomo polonês Nicolau Copérnico (1473-1543) propôs um novo modelo para a organização do Universo “o sistema heliocêntrico”.	-	4 (10,0%)	17 (42,5%)	18 (45,0%)	1 (2,5%)
5. O sistema heliocêntrico, segundo o qual o Sol ocupa o centro do Universo e a Terra como apenas mais um planeta que, como os outros, gira em torno do Sol em órbita circular e em torno de si própria.	3 (7,5%)	5 (12,5%)	1 (2,5%)	22 (55,0%)	9 (22,5%)
6. Analisando os dados compilados por Tycho Brahe, Kepler pôde formular suas três leis do movimento planetário.	1 (2,5%)	3 (7,5%)	18 (45,0%)	18 (45,0%)	-
7. Na primeira lei de Kepler as órbitas dos planetas são elípticas e o Sol se localiza num dos focos.	1 (2,5%)	5 (12,5%)	12 (30,0%)	20 (50,0%)	2 (5,0%)
8. Pela segunda lei de Kepler o segmento de reta traçado do Sol a qualquer planeta (raio vetor) descreve áreas iguais em tempos iguais.	3 (7,5%)	14 (35,0%)	14 (35,0%)	8 (20,0%)	1 (2,5%)
9. A terceira lei de Kepler, o quadrado do período de revolução (T^2) de cada planeta em torno do Sol é diretamente proporcional ao cubo da distância média (r^3) desse planeta ao Sol.	-	1 (2,5%)	19 (47,5%)	19 (47,5%)	1 (2,5%)
10. As leis de Kepler, apesar de apenas descritivas, foram fundamentais para a aceitação definitiva do modelo planetário de Copérnico.	1 (2,5%)	4 (10,0%)	21 (52,5%)	12 (30,0%)	2 (5,0%)
11. Com base nas leis de Kepler, Newton pôde formular uma lei universal das quais elas são consequência, a lei da gravitação universal.	-	3 (7,5%)	10 (25,0%)	24 (60,0%)	3 (7,5%)

Legenda: DT (Discordo Totalmente), D (Discordo), NS (Não Sei), C (Concordo), CT (Concordo Totalmente).

Fonte: Autores, 2023

Com o Questionário Prévio avaliamos os conhecimentos preexistentes sobre o conteúdo

de Gravitação, esse instrumento permitiu medir os conhecimentos dos discentes sobre Sistemas Planetários e modelos de organização dos corpos celestes no Universo, com foco nas teorias Geocêntrica e Heliocêntrica, bem como nas Leis de Kepler e a Lei da Gravitação Universal de Newton.

As Questões 1, 2 e 3 abordaram a Teoria Geocêntrica. Na (Q1) 47,5 % afirmaram não saber que o primeiro Modelo Planetário foi o Geocêntrico, indicando ambiguidade ou dúvida e 47,5 % afirmam saber. A (Q2), 65,0 % discordam, indicando maioria dos alunos, mostrando a falta de conhecimento sobre este aspecto. Já na (Q3), 47,5 % indicaram incerteza, sendo significativo que 25,0 % discordaram diferente dos 22,5 % que concordaram que o período predominante do Modelo Geocêntrico foi de catorze anos.

As respostas indicaram baixo conhecimento prévio sobre o Modelo Geocêntrico, indicando a necessidade de mais esclarecimentos ou aprendizados referentes à sua evolução. Mediante o exposto, “é muito mais útil desenvolver atividades iniciais que levem os alunos a externalizar seus conhecimentos prévios “certos ou errados” ou mesmo a ausência deles” (Moreira, 2019, p. e20200451-4). É de suma importância valorizar os conhecimentos prévios dos alunos, ponto de partida para a construção da aprendizagem de forma mais significativa.

O modelo planetário Heliocêntrico foi abordado pelas Questões 4 e 5. Em relação à (Q4), totalizou-se 47,5 % indicando que a maioria dos alunos estão de acordo com a afirmação, sendo que 45,0 % concordaram e 2,5 % concordaram totalmente, 42,5 % afirmaram não saberem ou não tinham uma opinião clara sobre o assunto e 10,0 % não estão de acordo.

Na (Q5) um total de 77,5 % expressaram que estão de acordo, sendo que 55,0 % concordaram e 22,5 % concordaram totalmente, que no Modelo Heliocêntrico a Terra circulava em torno de si própria e o Sol ocupando o centro do Universo. Uma minoria de 20,0 % discordaram e 7,5 % discordaram totalmente. A parcela de 2,5 % afirmaram não saberem.

Os discentes demonstraram bom entendimento sobre o Modelo Heliocêntrico. No entanto, uma parte significativa não teve opinião clara sobre o tema, indicando a necessidade de mais exploração do conteúdo para corrigir essa imparcialidade. Segundo Feitosa (2020), as dificuldades de aprendizagem no conteúdo de Física são evidentes devido a carência de recursos, tornando-se uma barreira para os alunos se sentirem atraídos pela disciplina, pecando na captura da atenção para entender a complexidade dos conceitos físicos de maneira envolvente. O autor menciona que a perspectivas dos alunos e das tendências globais em educação no ensino de Física permanece resistente a mudanças significativas em suas abordagens de ensino, essa dificuldade de aprendizagem pode estar ligada à forma tradicional pela qual tem sido apresentada a disciplina.

Em contrapartida, os materiais e métodos tem apresentado uma evolução considerável, a RA e RV estão em ascensão na educação aptos a serem utilizados em sala para desenvolver o ensino-aprendizagem. Logo, as Questão 7 a 10 abordam as Leis de Kepler e sua importância na aceitação do Modelo Planetário de Copérnico. O total de concordância da (Q7) é 55,0 %, (Q9) é 49,5 % e (Q10) é 35,5 %, para (Q8) um total de 42,5 % expressaram discordância, afirmaram não saberem ou não tiveram uma opinião significativa, já (Q7) 30,0 %, (Q8) 35,0 %, (Q9) 47,5 % e (Q10) 52,5 % afirmaram não saberem responder o quesito.

Esses dados indicam que uma boa parte desses alunos não têm compreensão ou domínio do conteúdo indicando a necessidade de uma abordagem mais detalhada, esclarecedora e inovadora para melhorar o entendimento. Portanto, “o tipo de material didático a ser utilizado na educação formal e informal dependerá das condições de oferta e finalidades do curso, da proposta pedagógica, do rol de disciplinas, da duração e da carga-horária, do público-alvo, da combinação possível das tecnologias etc” (Bandeira, 2009, p. 25). É importante observar o contexto em que o material didático pode ser inserido possibilitando que o Ensino e Aprendizagem ocorra.

A (Q11) aborda o tópico “Lei da Gravitação Universal de Newton”, onde um total de 67,5 % afirmam concordarem, sendo que 60,0 % concordaram e 7,5 % concordaram totalmente, 25,0 % afirmaram não saberem ou não tiveram uma opinião, e 7,5 % discordaram. Os dados indicaram que a maioria dos alunos têm o entendimento que a Lei da Gravitação foi formulada pelos estudos das Leis de Kepler. Ressalta-se que o percentual de alunos que não tiveram opinião clara foi significativa, mostrando ser relevante oferecer mais recursos educacionais que esclareçam e melhore o ensino e aprendizagem.

Logo, “o processo de ensino-aprendizagem precisa superar os desafios que aparecem nas escolas e um desses desafios é fornecer ao aluno uma explicação aos fenômenos da natureza de forma simples com abordagens que conduzem a aprendizagem significativa sobre os fenômenos da Física” (Moura; Vianna, 2019, p. 3).

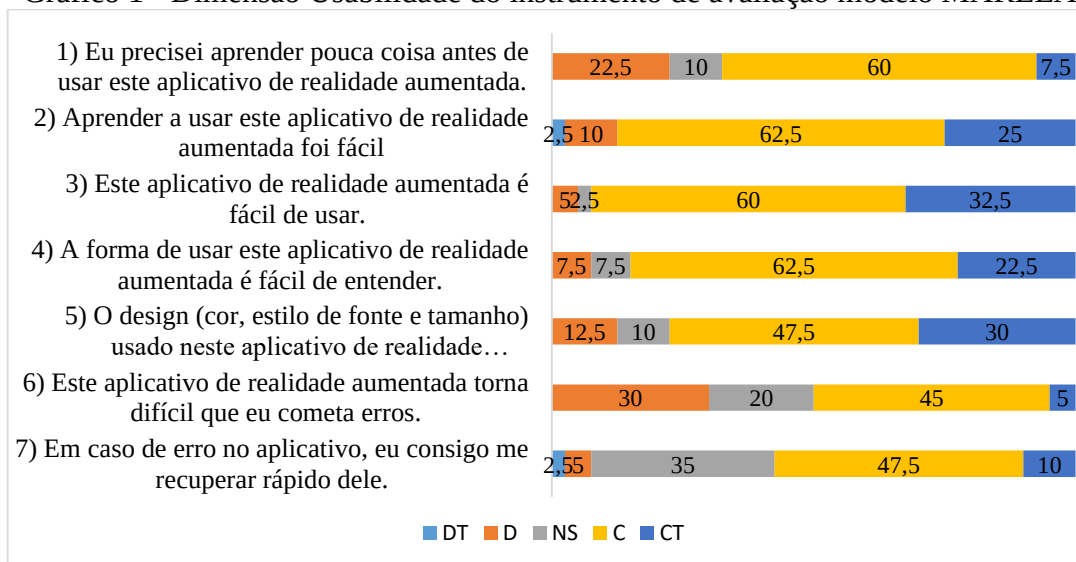
A Maquete e a RA abordaram o Sistema Solar, sendo recursos educacionais essenciais para explicar os fenômenos voltados para as Leis de Kepler, onde favoreceu um ambiente inovador em objeção ao tradicionalismo. Assim, como indicam o os estudos de Santos e Linhares onde “o resultado obtido com o uso da maquete “Sistema solar” foi bastante produtivo, pois percebeu-se que os alunos entenderam com mais facilidade e ficaram mais engajados com esse tipo de atividade em sala de aula” (Santos; Linhares, 2019, p. 3.). Nesse contexto é importante que recursos didáticos sejam usados para fins educacionais com a finalidade alavancar o ensino.

A aplicação do questionário prévio foi essencial para o diagnóstico dos conhecimentos prévios, expondo as deficiências dos alunos ao se depararem com a Física e seus conceitos, em especial ao conteúdo de Gravitação. Diante do contexto mencionado, no decorrer da coleta de dados, foi possível montar um plano de ação para que a coleta ocorresse de forma eficiente e vantajosa para o ensino-aprendizagem. Por esse motivo se justifica a aplicação do questionário, visando a sequência e andamento da investigação, assim prevenindo qualquer tipo de erro ou infortúnio que impeça o andamento da pesquisa.

Portanto, a avaliação foi essencial para o diagnóstico da aplicabilidade na utilização da Realidade Aumentada como estratégia pedagógica na compreensão das Leis de Kepler no Ensino Médio, esse foi o ponto em que o instrumento *MAREEA* buscou mostrar, “o qual possibilitou mensurar a qualidade percebida pelos participantes para quatro fatores de qualidade envolvendo usabilidade, engajamento, motivação e também no âmbito da aprendizagem” (Herpich *et al*, 2019, p. 71).

O gráfico a seguir, aborda a dimensão de Usabilidade em relação ao aplicativo de Realidade Aumentada o AR Solar System.

Gráfico 1 - Dimensão Usabilidade do instrumento de avaliação modelo MAREEA



Legenda: DT (Discordo Totalmente), D (Discordo), NS (Não Sei), C (Concordo), CT (Concordo Totalmente). Os resultados foram tabulados em percentagem (%)

Fonte: Autores, 2023

Dimensão Usabilidade (Tabela 1), foram avaliados a Aprendizabilidade, Operabilidade, Acessibilidade e Prevenção de Erros. Em relação a Aprendizabilidade, 67,5 % afirmaram que não precisaram aprender muita coisa (Q1). Para aqueles que acharam fácil aprender a usar o aplicativo, 87,5 % manifestaram concordância com a afirmação (Q2).

Isso indicou que o *App* não requer um alto nível de conhecimento. “Algumas divergências verificadas na percepção dos avaliadores demonstram que os participantes precisaram adquirir algumas habilidades para usar o aplicativo, [...]” (Herpich *et al*, 2019, p. 72). Foi notável que alguns alunos manifestaram opiniões de discordância ou expressaram indecisão, sendo um resultado esperado devido o aplicativo conter as informações no idioma Inglês. De maneira semelhante “Limitações também foram identificadas e localizaram-se principalmente nas questões do idioma utilizado amplamente pelos aplicativos, a língua inglesa, e pela necessidade de conexão prévia com a internet para realizar o download [...]” (Castro; Kampff, 2021, p. 123). Essas restrições foram solucionadas, com a elaboração da Maquete contendo as informações traduzidas e a conexão com a internet foi liberada para os alunos, além disso o *App* não precisa de internet para o seu uso, ou seja, ele é *off-line*.

No quesito Operabilidade, 92,5 % concordaram que o *App* de Realidade Aumentada é fácil de usar (Q3). 85,0 % indicaram que é fácil de usar e de entender o Aplicativo (Q4). Apenas uma pequena minoria discordou ou expressou incerteza sobre essas afirmações. Isso sugeriu que o aplicativo é considerado intuitivo e acessível.

Referente a Acessibilidade, 77,5 % dos alunos manifestaram favorável ao *design* claro e legível do *App*. Segundo Herpich *et. al.*, “85% dos avaliadores acreditaram que o design do aplicativo estava claro e legível (Q5), indicando que o aplicativo fez uso de textos legíveis, fontes e cores compreensíveis e coerentes” (Herpich *et al*, 2019, p. 72). Esse dado é referente ao aplicativo avatAR UFRGS utilizado por Fabrício Herpich em sua pesquisa. Comparando os dados dos dois aplicativos de RA, nota-se que há uma diferença no julgamento do quesito *design*, isso é devido o *App AR Solar System* ter seu idioma em Inglês.

Para a Prevenção de Erros, 50,0 % afirmam que é difícil cometer erros utilizando o *App*, 30,0 % discordaram e 20,0 % expressaram incerteza, indicando uma divisão (Q6). 57,5 % em caso de erro alegam resolver com rapidez e facilidade, já 35,0 % não sabem ou não têm certeza sobre a afirmação e 7,5 % discordam (Q7). Esses dados indicam que a maioria dos estudantes têm dificuldade em cometer erros diferente da outra parcela que apresenta facilidade. É importante que esse aspecto tenha mais atenção ou melhorias, dependendo das preocupações levantadas pelos usuários.

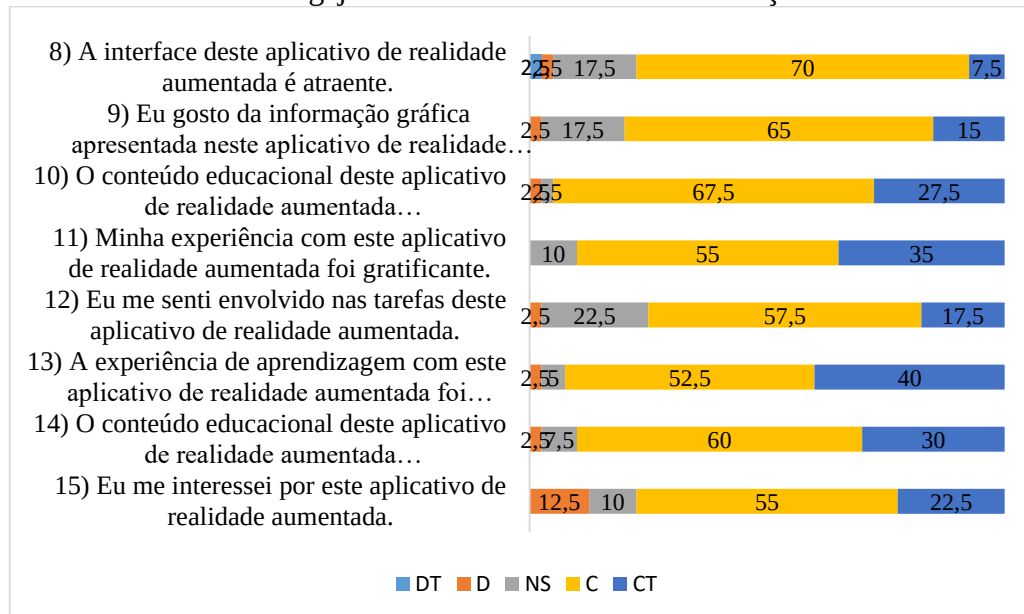
Ademais em estudos semelhantes, “48,1% dos avaliadores foram positivos afirmando que o aplicativo torna difícil que o usuário cometa erros [(Q6)] [...] observada alta neutralidade dos avaliadores, perfazendo 51,9% das percepções [(Q7)]” (Herpich *et al*, 2019, p. 72). Comparando os dois *App*, o *AR Solar System*, em caso de erro, é mais fácil resolvê-lo em vez do avatAR UFRGS. Comparando os dois *App*, o *AR Solar System*, em caso de erro, é mais fácil

resolver em vez do avatAR UFRGS, ainda o AR Solar System apresenta maior facilidade de tratamento de erros se comparado ao AvatAR UFRGS que apresentou um percentual de neutralidade dos avaliadores maior.

A Usabilidade do aplicativo *AR Solar System* pelo grau de afirmações positiva, se deu como excelente, por aparentar-se de fácil entendimento, sendo intuitivo e acessível. Possui design atrativos com gráficos bem elaborados, de difícil a indução há erros, esses argumentos foram essenciais para o ensino-aprendizagem dos alunos. Para Herpich (2019, p.73), “Com relação à Usabilidade, foi possível inferir que os participantes, em sua maioria, consideraram o aplicativo de fácil manuseio, com baixa curva de aprendizagem e um design adequado”. Sem dúvida alguma que o *App* é de fácil navegação, mesmo estando no idioma Inglês, não requer muito conhecimento para utilizá-la, e seu design é convidativo para a experimentação ou simulação.

Na Dimensão Engajamento, foi abordado os quesitos Estética, Aceitabilidade, Envolvimento e Novidade, distribuídos nas questões de oito a quinze, representadas no Gráfico 2. Essa dimensão busca analisar atitudes e comportamentos em relação à aprendizagem, identificando o nível do processo educacional, motivação, participação e interesse.

Gráfico 2 - Dimensão Engajamento do instrumento de avaliação modelo MAREEA



Legenda: DT (Discordo Totalmente), D (Discordo), NS (Não Sei), C (Concordo), CT (Concordo Totalmente).

Os resultados foram tabulados em percentagem (%)

Fonte: Autores, 2023.

A percepção dos alunos quanto a estética do aplicativo de Realidade Rumentada foi avaliada em dois quesitos. Em (Q8) 77,5 % concordaram que o aplicativo possui interface

atraente. 80,0 % gostaram das informações gráficas (Q9). 17,5 % relacionaram percentuais iguais nas duas questões, indicando não saberem, gostam ou se sentem atraídos pelo *App*. Esses dados indicam que a maioria dos alunos avaliam positivamente a estética, enquanto uma pequena amostra não tem opinião definida sobre o aspecto.

Acerca da Aceitabilidade, 95,0 % dos alunos concordaram que o conteúdo educacional do *App* é vantajoso (Q10). Foi gratificante a experiência com o *App* pois 90,0 % dos alunos concordaram (Q11). Os dados mostraram eficácia em termos de engajamento e aceitação pelos alunos.

Em se tratando da dimensão Envolvimento dos alunos com o *App*, mais de 70,0 % concordaram que se sentiram envolvidos com as tarefas do *App* (Q12). 92,5 % concordaram que foi divertida a experiência de aprendizado com o *App* (Q13). O aplicativo consegue capturar a atenção e o interesse dos alunos, tornando o processo de aprendizagem envolvente, com absorção de conhecimento mais atrativo. O envolvimento ativo dos alunos foi crucial para o sucesso educacional, isso indicou que participaram ativamente da aplicação do RA como ferramenta de aprendizado.

Em relação a avaliação da novidade do *App*, 90,0 % dos alunos concordaram que o conteúdo educacional do aplicativo despertou curiosidade (Q14). Mais de 75,0 % concordam que há interesse por este aplicativo de RA (Q15). Os dados indicaram que o *App* atendeu as expectativas, oferecendo experiência educacional envolvente.

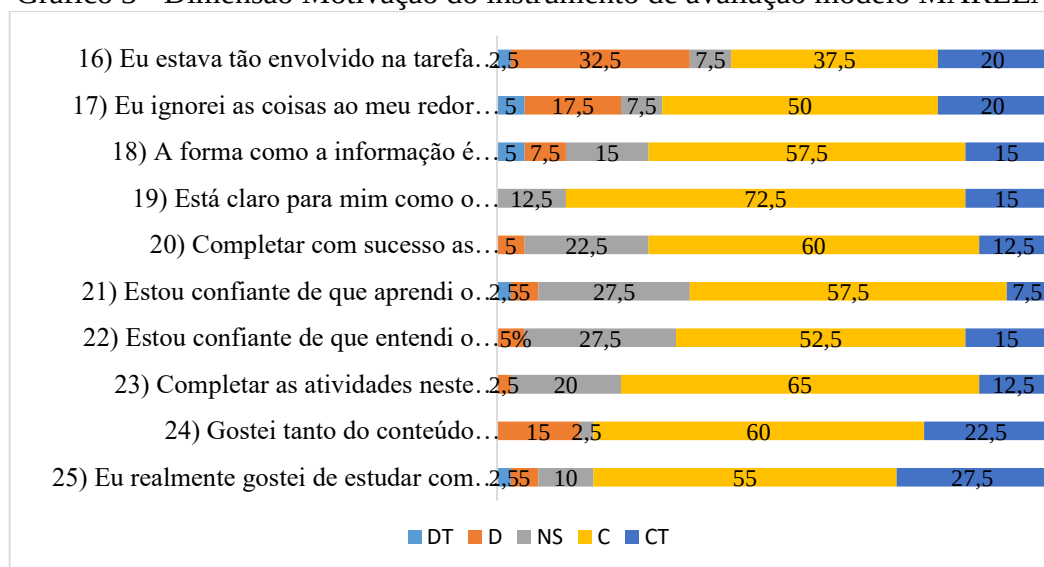
A Dimensão Engajamento do Aplicativo de RA, foi possível aferir que o *App* é eficiente, com boa estética, e teve uma ótima aceitação, com base nesses pontos a ferramenta capturou o interesse dos participantes. Além disso, no contexto educacional o aplicativo promoveu a experiência, envolvendo todo o contexto em que eles estavam inseridos, como o conteúdo, a tecnologia, todos os indivíduos (professor, aluno e pesquisadores) a escola, atendeu as expectativas de promover o ensino-aprendizagem por meio de recursos ou materiais didáticos. Portanto, Herpich afirma que:

[...] o fator de qualidade envolvendo o engajamento, foi possível verificar que os aspectos visuais do aplicativo foram de aprovados de forma geral pelos participantes, tanto no aspecto das simulações de Física, quanto das informações fornecidas pelo aplicativo. Um ponto importante a destacar foi que os usuários aceitaram o uso do aplicativo, considerando ele engajador, divertido de utilizar e com conteúdos importantes para o aprendizado. (Herpich *et al*, 2019, p. 73)

É válido destacar a concordância entre os estudos devido os dados apresentarem semelhanças, no entanto o percentual das amostras deram diferentes, por exemplo, esta pesquisa

apresentou 77,5 % de concordância com um público de 40 alunos, enquanto que a pesquisa de Herpich (2019) deu 55,5 % de concordância com um público de 27 alunos, esses dados são referentes à interface do aplicativo. Ou seja, concordando com perspectiva do autor, em que os discentes afirmaram que a aceitação do uso do App é divertido e foi importante para o aprendizado. No Gráfico 3, encontram-se os índices relacionados à dimensão Motivação, estruturados nos quesitos de *Atenção Focada*, *Relevância*, *Confiança* e *Satisfação*.

Gráfico 3 - Dimensão Motivação do instrumento de avaliação modelo MAREEA



Legenda: DT (Discordo Totalmente), D (Discordo), NS (Não Sei), C (Concordo), CT (Concordo Totalmente). Os resultados foram tabulados em percentagem (%).

Fonte: Autores, 2023.

A percepção dos alunos quanto a *Atenção Focada* durante a utilização do App, pode-se aferir que mais de 50,0 % concordaram e 35,0 % discordaram, que o App os deixou envolvidos até perder a noção do tempo (Q16). A utilização do App fez os alunos ignorarem o meio ao seu redor indicando 70,0 % que concordaram (Q17). Mais de 70,0 % concordaram que a organização das informações no App ajudou a manter a atenção (Q18). Essas informações indicaram impacto significativo na atenção e concentração. Logo o App proporcionou experiência envolvente ao ponto do aluno perder a noção de tempo.

No aspecto da *Relevância* do estudo com o App, mais de 85,0 % concordaram que o conteúdo relaciona os conhecimentos já visto pelos alunos (Q19). 72,5 % concordaram que conseguiram completar com sucesso a atividade usando o Aplicativo (Q20). Os dados apontaram a importância que o App teve de proporcionar experiências de aprendizagem, conectando conteúdo do Aplicativo aos conhecimentos prévios.

Quanto à dimensão *Confiança*, 65,0 % dos alunos concordaram, que o uso do App os

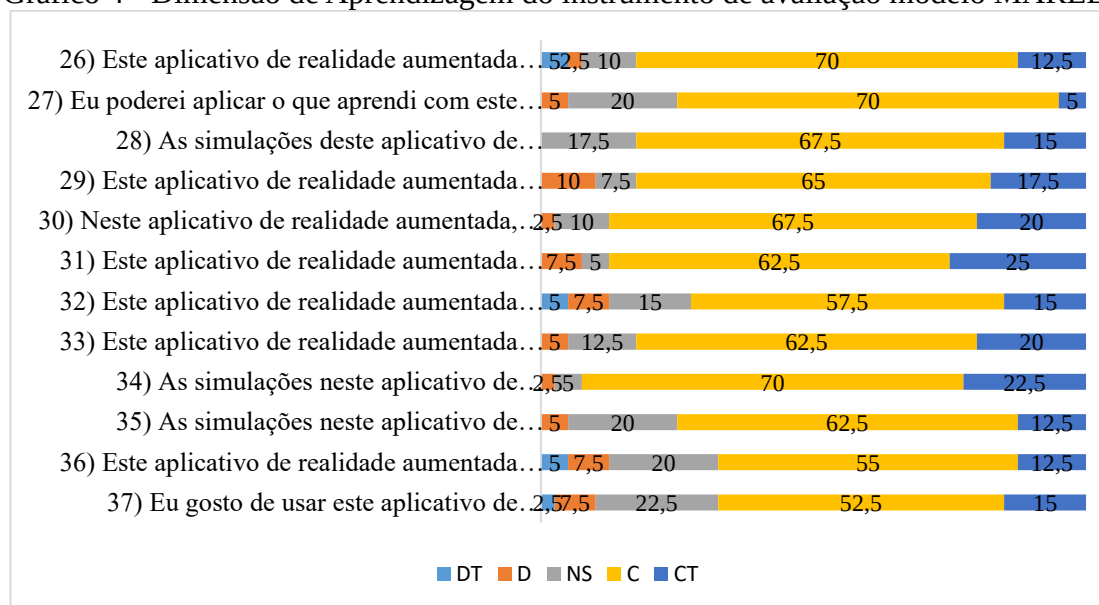
deixou confiantes para aprender o conteúdo (Q21). Mais de 65,0 % concordaram que entenderam o conteúdo educacional mais complexo usando o *App* (Q22). Em cada questão, 27,5 % dos alunos não souberam responder essas afirmações. Evidenciou-se que o aplicativo teve impacto positivo na confiança dos alunos, no entanto o percentual de alunos não souberam responder é significativo, indicando a necessidade de investigar esse percentual para melhorar a eficácia do *App*.

Em relação ao aspecto de *Satisfação* dos alunos, mais de 75,0 % acharam satisfatório completar a atividade usando o *App* (Q23). Gostaram do conteúdo educacional do *App*, despertando a curiosidade para saber mais sobre o assunto, esse percentual de concordância foi mais de 80,0 % (Q24). 82,5 % dos alunos concordaram que, ao utilizar o *App*, despertaram o gosto de estudar (Q25). As informações indicaram a eficácia do aplicativo em cumprir os objetivos educacionais ao criar experiências gratificantes e estimulantes para os alunos.

O *App*, indicou bom desempenho relacionado a *Motivação*, ressalta-se que referente a eficácia do aplicativo deve ser melhorado preservando a eficiência na execução das ações no *App*. Por outro lado, a experiência com a RA vivida pelos alunos foi gratificante, já que os conhecimentos prévios foram abordados no *App*, onde favoreceu a aprendizagem. Conforme observado por Herpich (2019), no âmbito da dimensão de *Motivação*, o aplicativo oferece informações e simulações mantendo o interesse dos alunos. O *App* contém conteúdo educativo e significativo, transmitindo confiança para realização a experimentação com a RA. É importante mencionar que ao se tratar de conteúdos mais avançados o aluno demonstrou insegurança na execução da atividade. No entanto, apreciaram os recursos e materiais apresentados, o que incentivou a buscar novos conhecimentos.

Concordando com essa perspectiva, tanto o aplicativo de RA e a Maquete do Sistema Solar, foram bem aceitos pelos alunos, esses recursos didáticos despertaram neles a busca por conhecimentos sobre o conteúdo e a ferramenta, tecnológica utilizada. Essa premissa indica que quanto maior a *Motivação* maior será o ganho no ensino-aprendizagem. Os aspectos, *Efetividade*, *Desafio*, *Feedback*, *Segurança* e *Complexidade* estão relacionados à dimensão de *Aprendizado*, representada pelo Gráfico 4.

Gráfico 4 - Dimensão de Aprendizagem do instrumento de avaliação modelo MAREEA



Legenda: DT (Discordo Totalmente), D (Discordo), NS (Não Sei), C (Concordo), CT (Concordo Totalmente). Os resultados foram tabulados em percentagem (%).

Fonte: Autores, 2023.

No aspecto *Efetividade* do aplicativo, mais de 80,0 % concordaram que o *App* ajudou a compreender melhor o conteúdo educacional (Q26). 75,0 % concordaram que os conhecimentos adquiridos com o *App* poderiam ser aplicados em outras atividades (Q27). Alunos que concordaram que as simulações foram úteis para seus aprendizados totalizaram 82,5 % (Q28). Isso indica que o *App* foi efetivo, contribuindo para uma melhor compreensão através das simulações da RA no conteúdo de Gravitação e as Leis de Kepler.

Em relação ao aspecto *Desafio*, mais de 80,0 % dos alunos concordaram que sentiram-se desafiados pelo *App* para aprender algo novo (Q29). 87,5 % concordaram que o *App* tem a função de livre escolha de tarefas que resultou no aprendizado do conteúdo (Q30). Nota-se que o aplicativo é bem projetado proporcionando experiência, aprendizado, além de ser envolvente e desafiador alinhado às suas expectativas dos alunos.

O *Feedback*, aspecto que avaliou o comportamento do *App* mediante ao retorno de informações, 87,5 % concordaram que o *Feedback* visual forneceu a oportunidade de experimentar informações por meio da RA (Q31). Mais de 70,0 % dos alunos concordaram que o *App* forneceu informações por meio de *Feedback* de áudio (Q32). 82,5% concordaram que o *App* permitiu interagir por meio da simulação 3D da RA, mostrando que dificilmente realizariam no mundo real (Q33). Pela percepção dos alunos, percebeu-se que o *Feedback* foi eficaz em melhorar a experiência de aprendizado, sendo significativa.

Mediante o aspecto *Segurança*, 92,5 % dos alunos concordaram que a experiências de

aprendizado através de simulações no Aplicativo de RA foi apropriada (Q34). 75,0 % concordaram que as simulações com o *App* são úteis para praticar situações do mundo real antes de realizá-las no laboratório (Q35). Os dados indicam que o *App* apresenta boa segurança para seus usuários, oportunizando bem-estar ao realizarem a experimentação ou simulação na RA.

No aspecto *Complexidade*, presente na dimensão Aprendizagem, mais de 65,0 % dos alunos concordaram que o *App* abordou problemas existentes no mundo real por meio da simulação 3D (Q36). 67,5 % gostaram da utilização do aplicativo de RA no seu treinamento prático, melhorando o ensino-aprendizado (Q37).

Diante disso, o uso do aplicativo RA contribuiu para Aprendizagem. Nesse processo ocorreu uma maior compreensão do conteúdo, favorecendo o debate entre os alunos e também com o professor. O *AR Solar System* foi bem avaliado, propiciou uma experiência inovadora e significativa, pois com a explanação do conteúdo e aplicação da ferramenta fundamentou o conhecimento dando mais significado aos conceitos aprendidos. Ademais, Herpich afirma:

No quesito Aprendizagem, os participantes destacaram que o aplicativo pode ser considerado como um complemento para o aprendizado do conteúdo proposto, sendo desafiador e proporcionando a busca de novos conhecimentos. Também foi considerado que as simulações permitem uma experiência de aprendizagem diferenciada, com o uso de recursos multimídia alternativos. ((Herpich *et al*, 2019, p. 75)

Com a aplicação do Questionário pós verificou as possibilidades pedagógicas da introdução da RA na melhoria do ensino de Física. Segundo Marconi e Lakatos (2010), um instrumento de coleta de dados como o questionário pós-teste ou o questionário prévio “pré-teste”, é um documento que pode ser respondido sem a presença do entrevistador de forma escrita. Essa técnica de coleta de dados é vantajosa devido a economia de tempo, obtenção de grande número de dados, pois atinge maior número de alunos simultaneamente, além de obter respostas mais rápidas e precisas.

Nesse sentido, o questionário pós-teste atende a esses requisitos e vantagens. Assim, a finalidade desse instrumento foi evidenciar aplicação e a aprendizagem com Aplicativo de Realidade Aumentada “*AR Solar System*” no conteúdo de Gravitação direcionado aos conceitos das Leis de Kepler, como representa as informações na Tabela 2, logo abaixo.

Ressalta-se que o instrumento possui 12 questões, sendo 10 envolvendo perguntas de estimativa ou avaliação que consistiram no julgamento dos alunos através da escala *Likert* para a análise quantitativa e 02 com perguntas abertas, onde os alunos responderam livremente usando sua própria linguagem e emitindo sua opinião.

Tabela 3 - Distribuição das frequências para avaliação da atividade experimental

Perguntas	DT	D	NS	C	CT
1. Em que medida você concorda que a utilização da Realidade Aumentada torna o aprendizado das leis de Kepler mais fácil?	-	2 (5,0%)	-	29 (72,5%)	9 (22,5%)
2. Em que medida você acredita que a utilização da Realidade Aumentada pode tornar as aulas de Física mais interessantes e envolventes?	1 (2,5%)	1 (2,5%)	2 (5,0%)	18 (45,0%)	18 (45,0%)
3. Em que medida você concorda que a utilização da Realidade Aumentada pode aumentar a sua motivação para aprender as leis de Kepler?	1 (2,5%)	-	5 (12,5%)	18 (45,0%)	16 (40,0%)
4. Em que medida você concorda que a utilização da Realidade Aumentada ajuda a compreender conceitos abstratos das leis de Kepler?	-	1 (2,5%)	10 (25,0%)	16 (40,0%)	13 (32,5%)
5. Em que medida você concorda que a utilização da Realidade Aumentada ajuda a visualizar as órbitas planetárias de forma mais clara e realista?	-	1 (2,5%)	3 (7,5%)	28 (70,0%)	8 (20,0%)
6. Em que medida você acredita que a utilização da Realidade Aumentada pode ajudar você a lembrar melhor dos conceitos aprendidos nas aulas de Física?	-	1 (2,5%)	6 (15,0%)	23 (57,5%)	10 (25,0%)
7. Em que medida você concorda que a utilização da Realidade Aumentada pode promover a colaboração e trabalho em equipe entre os alunos?	-	2 (5,0%)	10 (25,0%)	22 (55,0%)	6 (15,0%)
8. Em que medida você concorda que a utilização da Realidade Aumentada pode estimular sua criatividade no aprendizado das leis de Kepler?	1 (2,5%)	3 (7,5%)	2 (5,0%)	24 (60,0%)	10 (25,0%)
9. Em que medida você acredita que a utilização da Realidade Aumentada pode ser um diferencial no aprendizado das leis de Kepler em relação a outros métodos de ensino?	1 (2,5%)	-	7 (17,5%)	20 (50,0%)	12 (30,0%)
10. Em que medida você concorda que a utilização da Realidade Aumentada deveria ser amplamente utilizada no ensino das leis de Kepler no ensino médio?	-	2 (5,0%)	7 (17,5%)	20 (50,0%)	11 (27,5%)

Legenda: DT (Discordo Totalmente), D (Discordo), NS (Não Sei), C (Concordo), CT (Concordo Totalmente).

Fonte: Autores, 2023

Conforme apresentado na Tabela 1, a percepção dos alunos sobre a utilização da Realidade Aumentada para o ensino das Leis de Kepler, 95,0 % concordaram que ao utilizarem o *App* facilitou o seu aprendizado sobre o conteúdo (Q1). 90,0 % concordaram que a aula de Física ficou mais interessante utilizando a RA (Q2). Mais de 80,0 % concordaram que se sentiram motivados utilizando o *App* de Realidade Aumentada (Q3).

Em relação aos conceitos abstratos do conteúdo 72,5 % dos discentes concordaram em que o *App* ajudou no entendimento, não souberam responder 25,0 % dos entrevistados (Q4).

90,0 % concordaram que o aplicativo possibilitou a visualização mais clara e objetiva das órbitas dos planetas (Q5).

Nesse processo constatou-se que a introdução da RA foi benéfica e significativa no Ensino e Aprendizagem dos alunos. A ferramenta foi eficaz, tornou o conteúdo acessível e compreensível. A aula ficou envolvente e cativante, aumentando o interesse dos alunos pelo assunto.

Destaca-se a experiência vivida pelos alunos com a utilização da Realidade Aumentada, a qual eles viram que a Física não era abstrata. O uso dos meios didáticos, como o aplicativo de RA e a Maquete do Sistema Solar, tornou os conceitos complexos mais compreensíveis, resultando na melhor assimilação do conteúdo por meio da visualização, o que facilitou a compreensão dos fenômenos estudados como também o processo de Ensino e Aprendizagem. Logo, torna-se importante disponibilizar um ambiente alternativo com o uso da tecnologia favorecendo a aprendizagem significativa. Nesse contexto, Sales (2017) afirma que:

O jovem na atualidade não pode mais estar numa sala de aula com um professor de Física que faça uso de pincel e quadro apenas, mas do profissional que faça uso de metodologias ativas e das tecnologias digitais, como outros recursos didáticos, para a devida motivação de sua aula, não somente de forma extrínseca, mas principalmente aquela que vem de dentro, a motivação intrínseca, afinal, existem muitos atrativos sedutores para o nativo digital extra ambiente de aprendizagem. (Sales *et al*, 2017, p. 48).

Nesse sentido, torna-se de suma importância que os profissionais utilizem metodologias ativas e tecnologias digitais para atrair a atenção dos alunos e promover aulas inovadoras para que o ensino-aprendizagem torne-se eficiente. Aulas atrativas e interativas são possíveis quando o professor busca por atividades inovadoras como o uso da RA, da RV, de Maquetes entre outras ferramentas que ajudem no desenvolvimento do ensino e aprendizagem.

Os participantes concluíram que o uso da RA os ajudou a lembrar dos conceitos aprendidos nas aulas de Física, alcançando um total de concordância de 82,5 % dos alunos (Q6). O App promoveu o trabalho em equipe, obtendo um grau de concordância de 70,0 % (Q7). 85,0 % dos alunos concordaram que o App estimulou a criatividade no aprendizado dos conceitos das Leis de Kepler (Q8). 80,0 % dos discentes expressaram concordância que o aplicativo de RA foi um diferencial para o aprendizado do conteúdo em relação a outros métodos de ensino (Q9). Mais de 75,0 % dos alunos concordaram que a utilização da Realidade Aumentada deve ser introduzida no ensino do conteúdo de Gravitação e Leis de Kepler (Q10).

Com a utilização da Realidade Aumentada, evidenciou-se sua aplicação pedagógica, notando o seu potencial na melhoria do aprendizado na aula de Física, em que conceitos foram assimilados. Também houve o estímulo da criatividade, o que possibilitou visualizá-la como uma metodologia de ensino diferenciada, dando ênfase a sua introdução, quando for possível, nas aulas de Física.

Ademais, o uso da RA no ensino vem sendo objeto de estudo pelos pesquisadores ao longo do tempo, principalmente nos últimos anos com a modernização e avanço tecnológico. Isso tem despertado o debate e o interesse pelos educadores e alunos. Com a aplicação desse estudo em sala, muitos alunos experimentaram a RA como ferramenta de aprendizado. Diante desse contexto, os alunos expressaram sua opinião em relação ao gosto pela atividade realizada com a RA. Pode-se observar em suas respostas, descritas logo abaixo, que a experiência com o *App* de Realidade Aumentada foi positiva.

Sim, porque para aprender estudar pelo planeta (A1)
Sim (A2; A24 e A34)
Sim, uma maneira diferente de compreender o conteúdo (A3)
A aparência foi ótima (A4)
Sim, parece que estamos em outro planeta (A5)
Sim, pois é muito realista (A6)
Sim, pois é melhor forma de demonstra o sistema solar (A7; A20 e A35)
Sim, porque se torna uma aula interativa e acaba saindo dos padrões (A8)
Foi bem interessante (A9)
Sim, foi legal sair do cotidiano, é divertido experimentar novas experiências (A10)
Sim, foi possível ver os planetas de forma muito realista, facilitando o conhecimento sobre como eles giram, sua órbita etc. (A11)
Eu gostei muito, pois além de ser muito divertido é muito bom para aprendizado dos alunos da melhor forma, pois tem uma ótima visão dos planetas, pois aprendi muito com isso. (A12 e A13)
Sim, a minha experiência foi surreal (A14)
Foi legal (A15 e A17)
Sim, gostei muito uma ótima experiência (A16; A27 e A31)
Foi muito bom e interessante ter uma experiência com a realidade aumentada (A18)
Sim, pois essa experiência diferente, algo que atrai o aluno através da curiosidade (A19)
Sim, pois boa para aprender o mundo e o espaço (A21)
Sim, muito virtual e divertido (A22)
Sim, foi uma grande experiência em entrar no aplicativo e conhecer todos os planetas de forma virtual gostei da experiência e quero que seja mais aulas como essa (A23)
Sim, muito boa e realista (A25)
Sim, pude ver mais claramente o funcionamento do sistema solar (A26)
Sim, é uma experiência muito legal, é como se a gente estivesse realmente naquele espaço (A28 e A33)
Gostei, foi muito bom, pois ajudou a entender a explicação da aula (A29)
Gostei muito, seria bom se provasse mais vezes a realidade virtual e aumentada na aula (A30)
Sim, foi uma experiência legal vários planetas (A32)
O aluno sabe, mas não quis opinar (A36; A37; A38; A39 e A40)

Grande parte da amostra teve o (Sim) como resposta, indicando positividade no uso da RA. As expressões de satisfação ficaram evidentes no desenvolver da atividade realizada em sala de aula. Além desse fato, os alunos descreveram que a RA é uma maneira diferente e

interessante de aprender o conteúdo. Em estudos semelhantes “[...] segundo os participantes, a RA tem potencial pedagógico identificável e de fácil aplicação devido às suas características lúdicas, interativas, imersivas e por se tratar de uma tecnologia que promove a aprendizagem de forma divertida, [...]” (Castro; Kampff, 2021, p. 123). Em concordância com os autores, a RA tem essa potencialidade de promover o ensino de modo divertido, significativo, rompendo o estereótipo da Física ser abstrata e difícil.

Cabe ressaltar que alguns discentes ficaram impressionados com a aparência e o realismo do *App*, fatores que tornaram a experiência mais envolvente e educativa (A4, A6 e A25). Outros (A18 e A26), enfatizaram que a RA proporcionou a compreensão mais fácil do funcionamento do Sistema Solar aliado aos princípios das Leis de Kepler. Também mencionaram que a visualização do conteúdo por meio da RA proporcionou uma visão mais realista dos planetas (A11), despertando o gosto de ter mais aulas com essa ferramenta tecnológica e didática.

Destaca-se que o aspecto interativo da aula foi a afirmação dos alunos a respeito da quebra dos padrões tradicionalistas do ensino frequente, contribuindo para um meio divertido de aprender sem distanciar-se do objetivo de desenvolver o conhecimento sobre o conteúdo de Gravitação (A8). Ademais, os alunos demonstraram entusiasmo ao classificar a experiência com a RA, como “Surreal”, “Virtual” e “Divertida” (A14, A22 e A30), para descrever sua experiência.

A manifestação do entusiasmo fez com que os alunos trocassem o termo Aumentada por Virtual. Esse erro ocorreu pelo motivo das duas ferramentas, RA e RV, utilizarem quase a mesma finalidade, só que o contexto de utilização é diferente. A RA projeta objetos 3D na nossa realidade e a RV imerge o usuário ao mundo virtual, ou seja, é como se o usuário estivesse presente naquele ambiente. Evidencia-se que uma pequena parte da amostra sabe mas não quiseram opinar sobre a experiência.

De forma análoga, Tori e Hounsell (2020) afirmam, a existência de algumas vantagens e aplicabilidade da RA que podem ser confundidas com as da RV, tendo a “modelagem do mundo real”, “agir no real”, “explorar” e “ambiente seguro”, como características exclusivamente da RA. Devido à similaridade de algumas vantagens da RA com a RV, ocorre essa troca de termos, tanto uma quanto a outra utilizam os mesmos meios tecnológicos para serem executadas.

Diante dos questionamentos, a maioria dos alunos classificaram a experiência da RA para compreensão das Leis de Kepler como positiva, destacando a interatividade, realismo e a eficácia da atividade para o entendimento da temática. Essas afirmações mostram que a

utilização do App de RA para o ensino-aprendizagem do conteúdo foi assertiva e efetiva, pois atendeu as expectativas do professor e do aluno.

Por isso, a aprendizagem utilizando recursos didáticos se torna importante para o desenvolvimento do aluno. Logo, a RA foi introduzida e exposta aos alunos com essa finalidade. A seguir encontram-se as respostas dos alunos referente a percepção deles acerca da aprendizagem adquirida com a utilização da RA no conteúdo de Gravitação voltado, principalmente, para as Leis de Kepler.

O aluno sabe, mas não quis opinar (A1; A3; A4; A7; A15; A16; A18; A22; A25; A26; A30; A31; A36; A37; A38; A39 e A40)
Ele é muito interessante para aprender (A2)
Sim, muitos comentários sobre a aprendizagem adquirida (A5)
A minha aprendizagem foi muito boa (A6 e A35)
Não sei (A8)
É algo dinâmico que ajuda no ensino (em algum aspecto) (A9)
Aprendi que os planetas mais distantes giram lentamente em relação aos mais próximos do sol (A10 e A12)
Ajudou a abrir a visão e o conhecimento de todos os alunos sobre o sistema solar, aprendemos como alguns planetas giram com velocidades diferentes, dependendo da distância (A11)
A criatividade no aprendizado a utilização da realidade (A13)
Aprendi muita coisa não, porque aula foi pouca (A14)
Normal (A17)
Você consegue visualizar o sistema solar, percebe-se as três leis de Kepler e também podemos visualizar os planetas, bem de perto nas opções (A19)
Aprendi que os planetas giram de forma elípticas (A20; A23 e A32)
Pois aprendizagem foi realizada sobre o sistema solar (A21)
Foi muito real e divertido (A24)
Deu para perceber que parece que estar real (A25; A33 e A34)
Heliocêntrico, Leis de Kepler (A27 e A29)
Uma aprendizagem única e interessante (A28)

Nas questões abertas, um grupo significativo de alunos não quiseram opinar (A1; A3; A4; A7; A15; A16; A18; A22; A25; A26; A30; A31; A36; A37; A38; A39 e A40), o que representa simplesmente uma escolha de não compartilharem suas opiniões. (A2) destacou a aprendizagem adquirida com a RA de “interessante”, indicando que a tecnologia capturou a atenção e o seu interesse. (A5) expressou que tem muitos comentários sobre a aprendizagem adquirida com RA, isso gerou discussões e interações positivas entre os alunos.

Enquanto que (A6 e A36) destacaram que tiveram uma experiência de aprendizagem positiva, expressando satisfação com a qualidade do ensino ofertado no dia da coleta. Os alunos (A10, A11, A12, A20, A23, A32) descreveram os seus conhecimentos adquiridos sobre as Leis de Kepler, as órbitas dos planetas e o Sistema Solar. Isso mostrou que a RA foi eficaz na exposição desses conceitos. (A13) destacou a criatividade no processo de aprendizagem com a RA, sendo positiva à abordagem e inovadora para o ensino.

O (A14) expressou o desejo de mais aulas com a RA. Esse questionamento também foi

aprendizagem dos alunos referente ao *App* de Realidade Aumentada “*AR Solar System*” introduzido no conteúdo de Gravitação e as Leis de Kepler. Observou-se que os alunos ficaram bastante envolvidos com a RA, destacando suas experiências, conhecimentos, aprendizados, entre outros termos a qual eles destacaram a RA. Mediante esse contexto pode-se inferir que a pesquisa desenvolvida com os alunos em sala de aula foi enriquecedora, dinâmica e principalmente inovadora, pois a sociedade está em constante transformação, cabendo ao professor buscar inovações através de recursos educacionais. Coadunando Herpich (2019, p. 76) “os comentários concentraram-se, em sua maioria, em referências positivas a respeito dos recursos educacionais possibilitados através da Realidade Aumentada e disponíveis para a interação dos participantes [...]”. Dessa forma, se faz necessária a introdução da RA nas aulas, quando for possível e alinhada ao contexto pedagógico.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para fomentar o componente curricular Física no conteúdo de Gravitação com aplicações pedagógicas envolvendo a RA, uma abordagem eficaz foi elaborada, que proporcionou uma experiência de aprendizado envolvente e visualmente estimulante para os alunos, onde permitiu a exploração prática e interativa dos princípios físicos.

Este estudo dedicou-se a evidenciar e fomentar o ensino de Física no Ensino Médio com aplicações pedagógicas direcionadas ao conteúdo de Gravitação e Leis de Kepler. Foi notória a aplicação do *App* de Realidade Aumentada “*AR Solar System*” e a “Maquete do Sistema Solar” no qual foi enriquecedora. Os alunos aprovaram o uso desse recurso, onde inclusive solicitaram maior utilização do mesmo durante as aulas de Física, a compreensão do conteúdo foi forma mais clara e significativa.

O estudo teve várias contribuições para o Ensino de Física, voltados para os estudantes. Pois com o uso da RA criou um ambiente de aprendizado estimulante e envolvente, despertando o interesse mais robusto sobre os conceitos das Leis de Kepler. Para os professores foi o Aprimoramento do processo de ensino, Facilitação da explicação do conteúdo e o Feedback em tempo real, com aulas mais dinâmicas e adaptadas aos diferentes estilos de aprendizagem dos alunos, onde facilitou a explicação de conceitos complexos de maneira mais objetiva.

A contribuição para a sociedade foi o uso de tecnologias inovadoras como a RA no ensino de Física e no contexto educacional contribuíram para o desenvolvimento de habilidades relacionadas à Ciência e Tecnologia. Para o curso de licenciatura em Física foi a incorporação de tecnologia emergentes no Ensino de Física, garantido que futuros professores estejam

familiarizados com essa ferramenta.

A premissa da integração RA no ensino da Física, especificamente no conteúdo de Gravitação e Leis de Kepler, fomentou o componente curricular de forma significativa, sendo uma abordagem promissora, com benefícios tangíveis para o processo da aprendizagem, ambientes alternativos e envolventes resultando em uma compreensão mais aprofundada e duradoura dos princípios físicos, e com experiências educacionais mais eficazes para os estudantes, esses foram alguns de vários pontos em que a integração da RA é válida.

A compatibilidade dos Smartphone ou Dispositivos Móveis com o Aplicativo “*AR Solar System*” é uma limitação desse *App*, muitos Dispositivos apresentaram incompatibilidade, isso foi devido eles apresentarem Sistema Operacional Incompatível, ou alguns aparelhos apresentarem versão do Sistema Operacional mais antiga, outros Atualizações pendentes e problemas de codificação. Foi desafiador o *App* apresentar idioma em inglês, a qual foi solucionado com a criação da Maquete do Sistema Solar. Após o término do estudo foi construído outra Maquete para escola polo da pesquisa, como também foi doado para os alunos que conseguiram baixar o *App* em seus Dispositivos Móveis o marcador *AR Marker*, para que eles possam fazer o uso da RA em suas residências.

Como sugestão para estudos futuros, outras aplicações da RA, como a Comparação de Métodos de Ensino, realizando o comparativo entre o ensino tradicional e a abordagem com a RA; Desenvolvimento de conteúdo para Outros Eixos como a Eletricidade, Eletromagnetismo, Óptica e Termodinâmica, assim expandindo o uso da RA para o ensino de outros conceitos científicos. Mediante e o exposto surgiram as seguintes perguntas problemas como sugestão, Quais são as diferenças percebidas no desempenho acadêmico, engajamento e retenção de conhecimento entre os dois métodos, e de que maneira essa comparação pode contribuir para aprimorar as práticas pedagógicas no contexto do ensino médio? Qual é o potencial dessa abordagem para promover um aprendizado mais eficaz, engajador e duradouro em comparação com métodos tradicionais? De que forma o desenvolvimento de conteúdo específico para esses eixos contribui para a ampliação do uso da RA no contexto educacional, e quais são os desafios associados a essa implementação? Como a RA pode auxiliar na inclusão?

Com a realização desse estudo, mostrou que o futuro professor tem que utilizar todos os recursos didáticos disponíveis para desenvolver o Ensino e Aprendizagem, tornar as aulas inovadoras impedindo que o ensino fique engessado no modelo tradicionalista. Além disso, mostrou que o professor deve-se estar atento aos diversos tipos de alunos e suas habilidades, estilos de aprendizado, personalidades e motivações. Reconhecer essa diversidade é fundamental para adaptar as práticas de ensino e criar ambientes educacionais inclusivos.

REFERÊNCIAS

- AZEREDO, Thalía Machado de. Pensamento Espacial e tecnologia de Realidade Aumentada: proposta interdisciplinar com o aplicativo AR Solar System. **Revista Educação Geográfica em Foco**, [s. l.], v. 7, n. 13, 2023. Disponível em: <https://periodicos.puc-rio.br/index.php/revistaeducacaogeograficaemfoco/article/view/1931>. Acesso em: 11 nov. 2023.
- BACICH, Lilian; MORAN, José. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Penso Editora, 2017.
- BANDEIRA, Denise. **Materiais didáticos**. Curitiba, PR: IESDE, 2009.
- BARRETO FILHO, Benigno; SILVA, Claudio Xavier da. **Física aula por aula: mecânica, 1º ano**. 3. ed. São Paulo: FTD, 2016.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018.
- CARDOSO, Raul G. S. *et al.* Uso da realidade aumentada em auxílio à Educação. **Anais do Computer on the Beach**, [s. l.], p. 330–339, 2014.
- CASTRO, Thomas Selau de; KAMPFF, Adriana Justin Cerveira. **Recursos digitais na escola**. 1.ed. – Joaçaba: Editora Unoesc, vol. 1, p. 200, 2021.
- DOCA, Ricardo Helou; BISCUOLA, Gualter José; BÔAS, Newton Villas. **Tópicos de física**. 21. ed. — São Paulo: Saraiva, 2012.
- FEITOSA, Ailton Moura. **Realidade aumentada no ensino de física**. [s. l.], 2020. Disponível em: <http://www.repositorio.ufal.br/jspui/handle/riufal/7521>. Acesso em: 11 nov. 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**, [s. l.], v. 11, n. 12, p. e503111234826–e503111234826, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/34826>. Acesso em: 8 nov. 2023.
- FERREIRA, Paulo Henrique da Silva; ZORZAL, Ezequiel Roberto. Aplicação de Realidade Aumentada para Apoiar o Ensino do Sistema Solar. **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE)**, [s. l.], v. 29, n. 1, p. 1784, 2018.
- FORTE, Cleberson E; KIRNER, Cláudio. Usando Realidade Aumentada no Desenvolvimento de Ferramenta para Aprendizagem de Física e Matemática. In: **6º Workshop de Realidade Virtual e Aumentada, Santos-SP: UNISANTA**. p. 1-6, 2009.
- GASPAR, Alberto. **Compreendendo a Física**. 2. ed. – São Paulo: Ática, 2013.
- GONÇALVES, Ruan Lopes; OLIVEIRA, Luciano Denardin de ; VETTORI, Marcelo. Avaliação do desenvolvimento de ambientes de Realidade Aumentada elaborados por alunos

do ensino médio em aulas de física. **Anais do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Florianópolis, p. 1-8, 2017.

HABOWSKI, Adilson Cristiano; CONTE, Elaine; TREVISAN, Amarildo Luiz. Debates & polêmicas por uma cultura reconstrutiva dos sentidos das tecnologias na educação. **Educ. Soc., Campinas**, v. 40, p. e0218349, 2019.

HERPICH, Fabricio *et al.* Atividade educacional utilizando Realidade Aumentada para o Ensino de Física no Ensino Superior. **Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología**, [s. l.], n. 25, p. 68-77, 2020.

HERPICH, Fabrício *et al.* Modelo de avaliação de abordagens educacionais em realidade aumentada móvel. **RENOTE: Revista novas tecnologias na educação**. [s. l.], Vol. 17, n. 1, p. 355-364, 2019. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/262898>. Acesso em: 11 nov. 2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Brasileiro de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo de 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023.

JUNIOR, Expedito Florencio; RIBEIRO, Pollyana de Queiroz. Solare software educativo para o ensino do sistema solar usando Realidade Aumentada. **5ª Jornada acadêmica – ciência, inovação e tecnologia no bioma cerrado (2011)**. v. 5 n. 1. p. 1-5, 2016. Disponível em: <https://anais.ueg.br/index.php/jaueg/article/view/6336>. Acesso em: 8 nov. 2023.

KIRNER, Claudio; TORI, Romero. Fundamentos de realidade aumentada. **Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada**, v. 1, p. 22-38, 2006.

KLEIN, Danieli Regina *et al.* Tecnologia na educação: evolução histórica e aplicação nos diferentes níveis de ensino. **EDUCERE - Revista da Educação**, Umuarama, v. 20, n. 2, p. 279-299, jul./dez. 2020.

KLETTEMBERG, Janaina Schlickmann; TORI, Romero; HUANCA, Camila Maldonado. Perspectivas mundiais sobre a realidade aumentada nos anos iniciais da educação básica. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, [s. l.], v. 29, n. 0, p. 827–845, 2021.

LIMA, Marcelo Bernardo *et al.* Realidade Aumentada no Ensino de Ciências: uma revisão de literatura. **Atas do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Florianópolis, 2017.

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

MORAN, José. **Metodologias ativas de bolso: como os alunos podem aprender de forma ativa, simplificada e profunda**. São Paulo: Editora do Brasil, 2019.

MOREIRA, Marco Antonio. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s. l.], v. 43, p. e20200451, 2021.

MOREIRA, Marco Antonio. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos Avançados**, [s. l.], v. 32, p. 73–80, 2018.

MOURA, Fábio Andrade de; VIANNA, Pedro Oliveira. O Ensino de Física Moderna baseado no filme Interestelar: Abordagem didática para a aprendizagem significativa. **Research, Society And Development**. [s. l.], v. 8, n. 3, p. 01-16, 2019.

NASCIMENTO, Jonatha Lisboa Galvao Do; BONFIM, Amanda de Oliveira; CRUZ, Wanderson Cesar Silvestre da. **Breve histórico da realidade aumentada e sua importância na pesquisa científica**. Anais do VI CONAPESC... Campina Grande: Realize Editora, 2021. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/76866>. Acesso em: 08/11/2023 09:55.

NICOLETE, Priscila Cadorin et al. Estudo exploratório sobre realidade aumentada e laboratório remoto no ensino de física. **RENOTE: Revista novas tecnologias na educação**. [s. l.] v. 17, n. 3, p. 345-355, 2019.

NICOLETE, Priscila Cadorin *et al.* Realidade Aumentada para aprimoramento de Laboratórios Remotos uma revisão sistemática da literatura. **RENOTE**, v. 18, n. 2, p. 439-449, 2020.

PEDROSA, Stella Maria Peixoto de Azevedo; ZAPPALA-GUIMARÃES, Marco Antonio. Realidade virtual e realidade aumentada: refletindo sobre usos e benefícios na educação. **Revista Educação e Cultura Contemporânea**, [s. l.], v. 16, n. 43, p. 123–146, 2019.

QUINQUIOLO, Natália Carvalho Rosas; SANTOS, Carlos Alberto Moreira dos; SOUZA, Mariana Aranha de. Uso de software de realidade aumentada como ferramenta pedagógica: apresentação do aplicativo Virtual Tee. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, [s. l.], p. 328–345, 2020.

RAMPAZZO, Sônia Elisete; CÔRREA, Fernanda Zanin Mota. Desmitificando a metodologia científica: guia prático de produção de trabalhos acadêmicos. **Erechim: Habilis**, p. 199, 2008.

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**. [s. l.], v. 11, n. 2, p. 45-52, 2017.

SANTOS, Fabricia Jorge Oliveira Dos; LINHARES, Jussara Candeira Spíndola. **O uso de maquetes no estudo das ciências nas séries iniciais do ensino fundamental**. Anais VI CONEDU... Campina Grande: Realize Editora, 2019. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/61741>. Acesso em: 11/11/2023 09:33

TORI, Romero; HOUNSELL, Marcelo da Silva (org.). **Introdução a Realidade Virtual e Aumentada**. 3. ed. Porto Alegre: Editora SBC, 2020. 496p.

XAVIER, Mariana Fernandes et al. A realidade aumentada e virtual como métodos de ensino. **Brazilian Journal of Development**, [s. l.], v. 6, n. 12, p. 97362-97370, 2020.

ZORZAL, Ezequiel Roberto; JORGE, Joaquim Armando Pires; COSTA, Guilherme Guimarães. Desafios e aplicações da realidade aumentada móvel na Educação. **RENOTE**, [s. l.], v. 16, n. 2, p. 1-10, 2018.

APÊNDICE A – 1 INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS QUESTIONÁRIO PRÉVIO

1º INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS - QUESTIONÁRIO PRÉVIO COM OS(AS) ESTUDANTES¹

Data de Realização ____/____/____

Olá estudantes, estamos desenvolvendo a pesquisa “A UTILIZAÇÃO DA REALIDADE AUMENTADA COMO ESTRATÉGIA PEDAGÓGICA NA COMPREENSÃO DAS LEIS DE KEPLER NO ENSINO MÉDIO”, com o objetivo geral: “Evidenciar aplicações pedagógicas direcionadas ao conteúdo de gravitação e Leis de Kepler fomentando o ensino de Física no Ensino Médio”.

Por isso, estamos interessados em saber sobre seus conhecimentos a respeito de “Gravitação”. Assim, pedimos que:

- Leia atentamente cada afirmação.
- Observe que não são perguntas, mas afirmações.
- Assinale com um (X) a opção que melhor reflete seu nível de concordância com cada afirmação.
- Os graus de concordância são: discordo totalmente (1), discordo (2), não sei (3), concordo (4) e concordo totalmente (5).
- Utilize caneta esferográfica na cor azul ou preta.

Somos gratos pela sua participação!

Antes de começarmos, gostaríamos de saber um pouco sobre você:

SEÇÃO 1: IDENTIFICAÇÃO

Nome: _____

Idade: _____

Sexo: _____

Serie: _____

É a primeira vez que você estuda nessa série? Se NÃO, especifique quantas vezes.

Agora, que já nos conhecemos, leia e responda as afirmações a seguir. Lembre-se, os graus de concordância são:

¹ Este instrumento é baseado em: CRUZ, Benildo Antonio Barbosa da. **Proposta de ensino por investigação em física térmica no sistema de organização modular de ensino visando facilitar a aprendizagem significativa**. 2018. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Oeste do Pará. 102 f. Disponível em: <https://repositorio.ufopa.edu.br/jspui/handle/123456789/471>. Acesso em: 05. abr. 2023.

E no livro didático: GASPARG, Alberto. *Compreendendo a Física*. 2. ed. – São Paulo: Ática, 2013.

APÊNDICE B – 3 INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS QUESTIONÁRIO PÓS

3º INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS – QUESTIONÁRIO ESTRUTURADO PARA AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL NA PERSPECTIVA DOS(AS) ESTUDANTES

Data de Realização ____/____/____

IDENTIFICAÇÃO

Nome: _____

Lembre-se, os graus de concordância são:

- (1) Discordo totalmente
- (2) Discordo
- (3) Não sei
- (4) Concordo
- (5) Concordo totalmente

1. Em que medida você concorda que a utilização da Realidade Aumentada torna o aprendizado das leis de Kepler mais fácil?

Discordo totalmente	Discordo	Não sei	Concordo	Concordo totalmente

2. Em que medida você acredita que a utilização da Realidade Aumentada pode tornar as aulas de Física mais interessantes e envolventes?

Discordo totalmente	Discordo	Não sei	Concordo	Concordo totalmente

3. Em que medida você concorda que a utilização da Realidade Aumentada pode aumentar a sua motivação para aprender as leis de Kepler?

Discordo totalmente	Discordo	Não sei	Concordo	Concordo totalmente

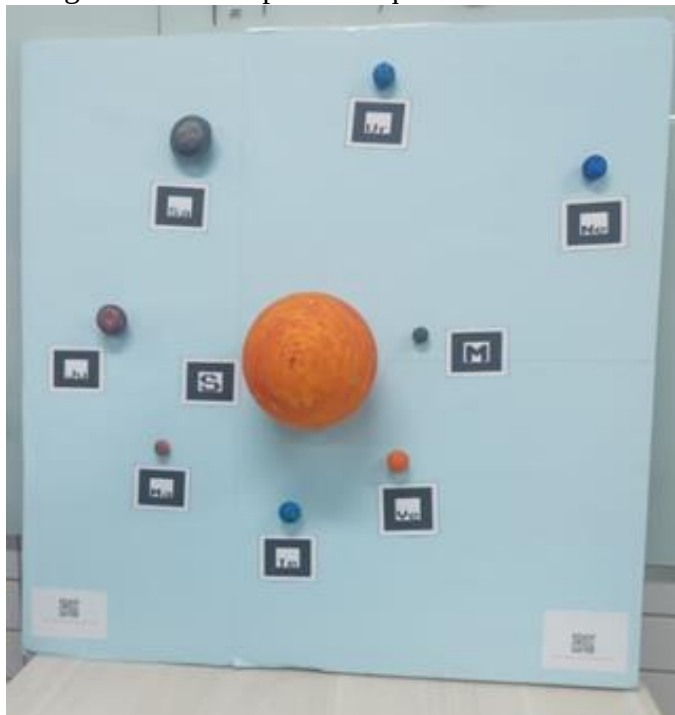
4. Em que medida você concorda que a utilização da Realidade Aumentada ajuda a compreender conceitos abstratos das leis de Kepler?

Discordo totalmente	Discordo	Não sei	Concordo	Concordo totalmente

Este instrumento é baseado em: CRUZ, Benildo Antonio Barbosa da. **Proposta de ensino por investigação em física térmica no sistema de organização modular de ensino visando facilitar a aprendizagem significativa**. 2018. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Oeste do Pará. 102 f. Disponível em: <https://repositorio.ufopa.edu.br/jspui/handle/123456789/471>. Acesso em: 05. abr. 2023.

APÊNDICE C – MATERIAL PEDAGÓGICO (MAQUETE DO SISTEMA SOLAR)

Imagem 4 – Protótipo da Maquete do Sistema Solar



Fonte: Autores (2023)

Imagem 5 – Maquete Oficial do Sistema Solar



Fonte: Autores (2023)

ANEXO A – 2 INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS MAREEA

2º INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS - QUESTIONÁRIO MAREEA

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
Sexo:	☐ Masculino ☐ Feminino

Afirmações	Assinale a opção que melhor representa a sua avaliação				
	Discordo totalmente	Discordo	Não sei	Concordo	Concordo totalmente
Eu precisei aprender pouca coisa antes de usar este aplicativo de realidade aumentada.	☐	☐	☐	☐	☐
Aprender a usar este aplicativo de realidade aumentada foi fácil.	☐	☐	☐	☐	☐
Este aplicativo de realidade aumentada é fácil de usar.	☐	☐	☐	☐	☐
A forma de usar este aplicativo de realidade aumentada é fácil de entender.	☐	☐	☐	☐	☐
O design (cor, estilo de fonte e tamanho) usado neste aplicativo de realidade aumentada é claro e legível.	☐	☐	☐	☐	☐
Este aplicativo de realidade aumentada torna difícil que eu cometa erros.	☐	☐	☐	☐	☐
Em caso de erro no aplicativo, eu consigo me recuperar rápido dele.	☐	☐	☐	☐	☐
A interface deste aplicativo de realidade aumentada é atraente.	☐	☐	☐	☐	☐
Eu gosto da informação gráfica apresentada neste aplicativo de realidade aumentada.	☐	☐	☐	☐	☐
O conteúdo educacional deste aplicativo de realidade aumentada vale a pena.	☐	☐	☐	☐	☐
Minha experiência com este aplicativo de realidade aumentada foi gratificante.	☐	☐	☐	☐	☐
Eu me senti envolvido nas tarefas deste aplicativo de realidade aumentada.	☐	☐	☐	☐	☐
A experiência de aprendizagem com este aplicativo de realidade aumentada foi divertida.	☐	☐	☐	☐	☐
O conteúdo educacional deste aplicativo de realidade aumentada despertou minha curiosidade.	☐	☐	☐	☐	☐
Eu me interessei por este aplicativo de realidade aumentada.	☐	☐	☐	☐	☐
Eu estava tão envolvido na tarefa com este aplicativo de realidade aumentada que perdi a noção do tempo.	☐	☐	☐	☐	☐
Eu ignorei as coisas ao meu redor quando eu estava usando este aplicativo de realidade aumentada.	☐	☐	☐	☐	☐
A forma como a informação é organizada neste aplicativo de realidade aumentada ajudou a manter a minha atenção.	☐	☐	☐	☐	☐
Está claro para mim como o conteúdo educacional deste aplicativo de realidade aumentada está relacionado às coisas que conheço.	☐	☐	☐	☐	☐
Completar com sucesso as atividades com este aplicativo de realidade aumentada foi importante para mim.	☐	☐	☐	☐	☐
Estou confiante de que aprendi o que deveria depois de usar este aplicativo de realidade aumentada.	☐	☐	☐	☐	☐
Estou confiante de que entendi o conteúdo educacional mais complexo usando este aplicativo de realidade aumentada.	☐	☐	☐	☐	☐
Completar as atividades neste aplicativo de realidade aumentada gerou um sentimento satisfatório de realização.	☐	☐	☐	☐	☐
Gostei tanto do conteúdo educacional deste aplicativo de realidade aumentada que gostaria de saber mais sobre esse assunto.	☐	☐	☐	☐	☐
Eu realmente gostei de estudar com este aplicativo de realidade aumentada.	☐	☐	☐	☐	☐