



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
IFCE *CAMPUS* FORTALEZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
– PGECM

VITORIA HELLEN JUCA DOS SANTOS

EXPLORANDO AS ONDAS ELETROMAGNÉTICAS NA ASTRONOMIA: A
UTILIZAÇÃO DA SALA DE AULA INVERTIDA ALIADA ÀS METODOLOGIAS
ATIVAS

FORTALEZA

2025

VITORIA HELLEN JUCA DOS SANTOS

EXPLORANDO AS ONDAS ELETROMAGNÉTICAS NA ASTRONOMIA: A
UTILIZAÇÃO DA SALA DE AULA INVERTIDA ALIADA ÀS METODOLOGIAS
ATIVAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), como requisito parcial para a obtenção do título de Mestra em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Mairton Cavalcante Romeu

Coorientador: Prof. Dr. Igor de Moraes Paim

FORTALEZA

2025

VITORIA HELLEN JUCA DOS SANTOS

EXPLORANDO AS ONDAS ELETROMAGNÉTICAS NA ASTRONOMIA: A
UTILIZAÇÃO DA SALA DE AULA INVERTIDA ALIADA ÀS METODOLOGIAS
ATIVAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), como requisito parcial para a obtenção do título de Mestra em Ensino de Ciências e Matemática.

Aprovado (a) em: 26/02/2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Mairton Cavalcante Romeu (Orientador)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – *Campus Fortaleza*

Prof. Dr. Igor de Moraes Paim (Coorientador)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) - *Campus Maranguape*

Prof. Dra. Willana Nogueira Medeiros Galvão

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) - *Campus Tianguá*

Prof. Dr. Michel Lopes Granjeiro

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
Av. 13 de maio, 2081 - Bairro Benfica - CEP 60040-531 - Fortaleza - CE - www.ifce.edu.br

FOLHA DE APROVAÇÃO

Processo: 23256.001014/2025-19

Interessado: VITORIA HELLEN JUCA DOS SANTOS

VITORIA HELLEN JUCA DOS SANTOS

EXPLORANDO AS ONDAS ELETROMAGNÉTICAS NA ASTRONOMIA: A UTILIZAÇÃO DA SALA DE AULA INVERTIDA ALIADA ÀS METODOLOGIAS ATIVAS

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) *Campus* de Fortaleza, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Aprovada em: **26/02/2025**

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Mairton Cavalcante Romeu (orientador)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará- IFCE

Prof. Dr. Igor de Moraes Paim (co-orientador)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará- IFCE

Profa. Dra. Willana Nogueira Medeiros Galvão

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará- IFCE

Prof. Dr. Michel Lopes Granjeiro

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)



Documento assinado eletronicamente por **Willana Nogueira Medeiros Galvao, Professora do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico**, em 27/02/2025, às 09:15, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Mairton Cavalcante Romeu, Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico**, em 28/02/2025, às 19:10, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Igor de Moraes Paim, Diretor(a) do Centro de Referência em EAD**, em 06/03/2025, às 14:53, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **MICHEL LOPES GRANJEIRO, Usuário Externo**, em 07/03/2025, às 10:11, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade do documento pode ser conferida no site https://sei.ifce.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0 informando o código verificador **7071757** e o código CRC **2B587D75**.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal do Ceará - IFCE
Sistema de Bibliotecas - SIBI
Ficha catalográfica elaborada pelo SIBI/IFCE, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S237e Santos, Vitoria Hellen Juca dos.
Explorando as ondas eletromagnéticas na Astronomia : a utilização da sala de aula invertida aliada às metodologias ativas / Vitoria Hellen Juca dos Santos. - 2025.
120 f. : il. color.
- Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal do Ceará, Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática, Campus Fortaleza, 2025.
Orientação: Prof. Dr. Mairton Cavalcante Romeu.
Coorientação: Prof. Dr. Igor de Moraes Paim.
1. Ensino de Astronomia. 2. Interdisciplinaridade. 3. Sala de Aula Invertida. 4. Aprendizagem Baseada em Times. I. Título.

CDD 510.07

Dedico este trabalho à minha formadora, que contribuiu para a formação do meu caráter e sempre fez o possível por suas duas filhas. O amor que ela dedica é tão grandioso que, muitas vezes, me sinto incapaz de compreender plenamente a profundidade do amor materno, mas ela o demonstra de maneira constante em todas as suas atitudes. Trabalha incansavelmente, muitas vezes durante noites em claro e em condições desafiadoras, para conquistar seu progresso. Foi ela quem me formou e, hoje, sou privilegiada por ser escolhida como sua conselheira nas ideias mais criativas que possui. Seu amor é imenso e brilhante, e nada é mais emocionante do que acompanhar sua trajetória. À minha mãe.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Mairton Cavalcante Romeu, por acreditar nas minhas ideias, pelos valiosos conselhos e sugestões, pelas instigantes provocações científicas e pelos desafios que me impôs. Por acreditar no futuro do ensino da Física, e sobretudo da Astronomia no Ceará, com propostas e projetos inovadores, estando sempre à frente, contribuindo significativamente para o desenvolvimento de nossa área. Sou profundamente grata por ter acreditado no meu potencial e por ter apostado em mim desde a graduação e seu estímulo constante.

Agradeço imensamente ao meu coorientador, Prof. Dr. Igor de Moraes Paim. Nossos encontros pontuais contribuíram significativamente para a elaboração deste trabalho. Suas sugestões e críticas, que sempre provocaram reflexões sobre o ato de ensinar e aprender, além de permitir visualizar a prática sob a ótica do aluno, foram fundamentais para enriquecer este projeto e para a construção desta trajetória.

Agradeço à Prof. Dra. Willana Nogueira Medeiros Galvão pelos conselhos, sugestões e pelos livros gentilmente cedidos a mim durante a qualificação. Aprendi imensamente com nosso breve encontro e expressei minha eterna admiração por sua valiosa contribuição ao ensino público.

Agradeço ao Prof. Dr. Michel Lopes Granjeiro por ter sido meu primeiro professor de Física na universidade e por despertar minha curiosidade pela Astronomia, no curto período em que estive na UNILAB. Durante esse tempo, fui integrante do Grupo de Ensino, Pesquisa e Popularização da Astronomia e Astrofísica (GEPPAA), participando de atividades de extensão, ensino e pesquisa, e foi nesse contexto que iniciei minha jornada no curso de Física. Saiba que levarei você como um exemplo a ser seguido, tanto pela dedicação ao ensino quanto pelo compromisso com o desenvolvimento acadêmico e científico.

Sou grata a todos os amigos e colegas que levo comigo por meio deste trabalho, especialmente à minha turma de 2023.2. Agradeço a todos que, com esforço e dedicação, compartilharam comigo os desafios das disciplinas durante o mestrado, além da escrita de artigos científicos, capítulos e resumos. Saibam que suas contribuições, apoio acadêmico e suporte na vida pessoal foram fundamentais ao longo desta caminhada. Também agradeço aos meus amigos de graduação e aos graduandos, com os quais, durante este percurso, levamos a amizade da universidade para a vida e buscamos manter o contato ao longo dessa jornada. Em especial, agradeço aos membros do Laboratório de Astrofísica e Cosmologia, que contribuíram significativamente para a minha formação.

Agradeço sobretudo a Deus, aos meus pais e à minha irmã, sem deixar de agradecer também à minha parceira de vida, Jeane.

“[...] Eu aprecio conversar com os velhos. Penso que devemos aprender com eles, pois são pessoas que nos antecederam num caminho que também iremos trilhar, para assim conhecermos como é: áspero e árduo ou tranquilo e cômodo”.
(Sócrates em A República)

RESUMO

A Física e a Astronomia, por serem áreas que apresentam um grande potencial interdisciplinar, podem ser facilmente relacionadas, especialmente no Ensino Médio, onde é necessário trabalhar com modelos mais complexos e abstratos, abordando a Ciência e a tecnologia no contexto da sociedade. Nesse contexto, surge a necessidade de abordagens didáticas que viabilizem o ensino dos conteúdos e conceitos das ondas eletromagnéticas aplicadas à Astronomia, surgindo como uma alternativa substancial para o aprimoramento da prática pedagógica. O objetivo deste trabalho é oferecer aos alunos do Ensino Médio, na disciplina de Ondulatória, uma proposta de sequência didática sobre o ensino das ondas eletromagnéticas com aplicações na área da Astronomia. A pesquisa caracteriza-se como de natureza aplicada, com abordagem quali-quantitativa, sendo classificada como exploratória. Em termos de procedimentos técnicos, trata-se de um estudo de caso. Para coleta dos dados, foi trabalhado com duas turmas do Ensino Médio no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – *campus* Fortaleza. Foram aplicados questionários pré-teste e pós-teste, de forma padronizada, ao Grupo Controle (GC) e ao Grupo Experimental (GE), utilizando a ferramenta virtual *Google Forms*. Os grupos receberam tratamentos diferenciados em relação à metodologia de ensino proposta, com um tamanho de amostra de aproximadamente 24 participantes em cada grupo, que participaram das aulas e atividades ao longo do período. O GC, composto pela turma de Informática do 3º ano do ensino médio, foi submetido ao ensino tradicional. Já o GE, formado pela turma de Eletrotécnica do 2º ano do ensino médio, utilizou a Aprendizagem Baseada em Times (*Team-Based Learning - TBL*) combinada com a metodologia de Sala de Aula Invertida (*Flipped Classroom*). Os resultados foram coletados e comparados por meio de análise estatística, utilizando o Ganho de Hake como métrica. Além disso, a Taxonomia de Bloom Revisada foi empregada como critério de avaliação qualitativa na análise dos questionários. Os achados indicaram um ganho normativo de aprendizagem significativamente superior no GE em comparação ao GC. Espera-se que este estudo contribuía inicialmente para a área de ensino, destacando os benefícios da Aprendizagem Baseada em Times e da Sala de Aula Invertida no processo de aprendizagem dos estudantes. Ademais, reforça a importância de reavaliar práticas pedagógicas tradicionais e explorar abordagens interdisciplinares que possam potencializar o engajamento e desempenho dos alunos.

Palavras-chave: Ensino de Astronomia. Interdisciplinaridade. Sala de Aula Invertida. Aprendizagem Baseada em Times.

ABSTRACT

Since Physics and Astronomy are areas with great interdisciplinary potential, they can be easily linked, especially in secondary education, where it is necessary to work with more complex and abstract models, addressing science and technology in the context of society. In this context, there is a need for didactic approaches that make it feasible to teach the content and concepts of electromagnetic waves applied to astronomy, and this has emerged as a substantial alternative for improving teaching practice. The aim of this work is to offer secondary school students, in the subject of Ondulatory, a proposal for a didactic sequence on the teaching of electromagnetic waves with applications in the field of Astronomy. The research is of an applied nature, with a qualitative-quantitative approach, and is classified as exploratory. In terms of technical procedures, it is a case study. To collect the data, we worked with two high school classes at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Ceará - Fortaleza campus. Standardized pre-test and post-test questionnaires were administered to the Control Group (CG) and the Experimental Group (EG), using the Google Forms virtual tool. The groups received different treatments in relation to the proposed teaching methodology, with a sample size of approximately 24 participants in each group, who took part in classes and activities throughout the period. The CG, made up of the Computer Science class in the 3rd year of high school, was subjected to traditional teaching. The EG, made up of the Electrotechnics class in the 2nd year of high school, used Team-Based Learning (TBL) combined with the Flipped Classroom methodology. The results were collected and compared by means of a statistical analysis, using the Hake Gain as a metric. In addition, Bloom's Taxonomy Revised was used as a qualitative evaluation criterion in the analysis of the questionnaires. The findings indicated a significantly higher normative learning gain in the EG compared to the CG. It is hoped that this study will make an initial contribution to the field of teaching, especially in Physics, by highlighting the benefits of Team-Based Learning and the Flipped Classroom in the students' learning process. Furthermore, it reinforces the importance of re-evaluating traditional teaching practices and exploring interdisciplinary approaches that can enhance student engagement and performance.

Keywords: Astronomy teaching. Interdisciplinarity. Flipped Classroom. Team-Based Learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	— Direção de propagação de uma onda eletromagnética.....	20
Figura 2	— O espectro eletromagnético.....	21
Figura 3	— Etapas de uma Sequência Didática.....	27
Figura 4	— Estrutura da Team Based-Learning.....	29
Figura 5	— Etapas da Team Based-Learning.....	29
Figura 6	— Google Sala de aula.....	37
Figura 7	— Vídeo do material interativo disponibilizado.....	38
Figura 8	— Pergunta Elaborada no Material Interativo Disponibilizado.....	39
Figura 9	— Teste inicial sobre o material interativo disponibilizado.....	40
Figura 10	— Slide do material de aula sobre Ondas.....	40
Figura 11	— Simulação de uma onda transversal e uma onda longitudinal.....	41
Figura 12	— Cartão Plickers para os alunos.....	41
Figura 13	— Revisão de Conteúdo sobre Radiação Eletromagnética.....	42
Figura 14	— Membros das seis equipes.....	42
Figura 15	— Dinâmica grupo experimental.....	43
Figura 16	— Atividade individual turma controle.....	44
Figura 17	— Dinâmica grupo controle.....	44

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	—	Ações no Grupo Controle.....	32
Quadro 2	—	Ações no Grupo Experimental.....	32
Quadro 3	—	Características da Abordagem 4-S.....	36
Quadro 4	—	Equipes Turma Experimental.....	37
Quadro 5	—	Estrutura do processo cognitivo na Taxonomia de Bloom Revisada.....	46
Quadro 6	—	Dimensões do conhecimento.....	46
Quadro 7	—	Classificação qualitativa questionário pré-teste.....	48
Quadro 8	—	Classificação qualitativa questionário pós-teste.....	50
Quadro 9	—	Testes no Grupo Controle.....	70
Quadro 10	—	Testes no Grupo Experimental.....	71

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	—	Respostas dos alunos em relação a primeira afirmação pré-teste.....	47
Gráfico 2	—	Respostas dos alunos em relação a segunda afirmação pré-teste.....	48
Gráfico 3	—	Respostas dos alunos em relação a terceira afirmação pré-teste.....	49
Gráfico 4	—	Respostas dos alunos em relação a quarta afirmação pré-teste.....	50
Gráfico 5	—	Respostas dos alunos em relação a quinta afirmação pré-teste.....	51
Gráfico 6	—	Respostas dos alunos em relação a sexta afirmação pré-teste.....	52
Gráfico 7	—	Respostas dos alunos em relação a sétima afirmação pré-teste.....	53
Gráfico 8	—	Respostas dos alunos em relação a oitava afirmação pré-teste.....	54
Gráfico 9	—	Respostas dos alunos em relação a nona afirmação pré-teste.....	54
Gráfico 10	—	Respostas dos alunos em relação a décima afirmação pré-teste.....	55
Gráfico 11	—	Respostas dos alunos em relação a primeira afirmação pós-teste.....	57
Gráfico 12	—	Respostas dos alunos em relação a segunda afirmação pós-teste.....	58
Gráfico 13	—	Respostas dos alunos em relação a terceira afirmação pós-teste.....	59
Gráfico 14	—	Respostas dos alunos em relação a quarta afirmação pós-teste.....	60
Gráfico 15	—	Respostas dos alunos em relação a quinta afirmação pós-teste.....	61
Gráfico 16	—	Respostas dos alunos em relação a sexta afirmação pós-teste.....	62
Gráfico 17	—	Respostas dos alunos em relação a sétima afirmação pós-teste.....	63
Gráfico 18	—	Respostas dos alunos em relação a oitava afirmação pós-teste.....	64
Gráfico 19	—	Respostas dos alunos em relação a nona afirmação pós-teste.....	65
Gráfico 20	—	Respostas dos alunos em relação a décima afirmação pós-teste.....	66

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABT	Aprendizagem Baseada em Times
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CNT	Ciências da Natureza e Suas Tecnologias
EH	Ensino Híbrido
ERE	Ensino Remoto Emergencial
FMC	Física Moderna e Contemporânea
GC	Grupo Controle
GE	Grupo Experimental
GEPAC	Grupo De Estudo e Pesquisa Em Astronomia E Cosmologia
GEPPAA	Grupo De Ensino, Pesquisa e Popularização Da Astronomia e Astrofísica
IFCE	Instituto Federal De Educação, Ciência E Tecnologia do Ceará
INEP	Instituto Nacional De Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
LAC	Laboratório de Astrofísica e Cosmologia
MA	Metodologias Ativas
NASA	<i>National Aeronautics And Space Administration</i>
OA	Objetos de Aprendizagem
OMS	Organização Mundial de Saúde
OVA	Objetos Virtuais de Aprendizagem
PCNs	Parâmetros Curriculares Nacionais
PUD	Programa de Unidade Didática
SI	Sistema Internacional de Unidades
TBL	<i>Team-Based Learning</i>
TeGP	Teste em Equipe de Garantia de Preparo
TiGP	Teste Individual de Garantia de Preparo
ZDP	Zona de Desenvolvimento Proximal

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Problematização.....	14
1.2	Justificativa	14
1.3	Objetivo Geral	15
1.4	Objetivos Específicos.....	15
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	16
2.1	O ensino de Astronomia	16
2.2	Ondas Eletromagnéticas	18
2.3	A Aprendizagem Histórico-Cultural de Vygostky	22
2.4	As Tecnologias Digitais na Educação	24
2.5	Sequência Didática	26
2.6	Metodologias Ativas: Aprendizagem Baseada em Times	28
3	METODOLOGIA.....	31
3.1	Metodologia da Pesquisa.....	31
3.2	Metodologia do Ensino.....	34
3.2.1	<i>Seguimento do Projeto.....</i>	35
3.2.1.1	<i>Grupo Experimental</i>	35
3.2.1.2	<i>Grupo Controle</i>	44
4	RESULTADOS e DISCUSSÕES	46
4.1	Análise do questionário pré-teste	46
4.1.1	<i>Análise da primeira pergunta do questionário pré-teste</i>	49
4.1.2	<i>Análise da segunda pergunta do questionário pré-teste</i>	50
4.1.3	<i>Análise da terceira pergunta do questionário pré-teste</i>	51
4.1.4	<i>Análise da quarta pergunta do questionário pré-teste</i>	52
4.1.5	<i>Análise da quinta pergunta do questionário pré-teste</i>	53
4.1.6	<i>Análise da sexta pergunta do questionário pré-teste.....</i>	54
4.1.7	<i>Análise da sétima pergunta do questionário pré-teste</i>	54
4.1.8	<i>Análise da oitava pergunta do questionário pré-teste</i>	55
4.1.9	<i>Análise da nona pergunta do questionário pré-teste.....</i>	56
4.1.10	<i>Análise da décima pergunta do questionário pré-teste</i>	57
4.2	Análise do questionário pós-teste	58

4.2.1	<i>Análise da primeira pergunta do questionário pós-teste.....</i>	60
4.2.2	<i>Análise da segunda pergunta do questionário pós-teste</i>	60
4.2.3	<i>Análise da terceira pergunta do questionário pós-teste</i>	61
4.2.4	<i>Análise da quarta pergunta do questionário pós-teste</i>	62
4.2.5	<i>Análise da quinta pergunta do questionário pós-teste</i>	63
4.2.6	<i>Análise da sexta pergunta do questionário pós-teste</i>	64
4.2.7	<i>Análise da sétima pergunta do questionário pós-teste</i>	65
4.2.8	<i>Análise da oitava pergunta do questionário pós-teste</i>	66
4.2.9	<i>Análise da nona pergunta do questionário pós-teste</i>	67
4.2.10	<i>Análise da décima pergunta do questionário pós-teste</i>	68
4.3	Análise quantitativa dos testes	69
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	72
	REFERÊNCIAS	74
	APÊNDICE A – PERGUNTAS DO QUESTIONÁRIO PRÉ-TESTE.....	81
	APÊNDICE B – PERGUNTAS DO QUESTIONÁRIO PÓS-TESTE	82
	APÊNDICE C – PERGUNTAS DO QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO.....	83
	APÊNDICE D – PERGUNTAS DAS REVISÕES DE CONTEÚDO.....	85
	APÊNDICE E – MATRIZ DE PLANEJAMENTO PEDAGÓGICO	96
	APÊNDICE F – TERMO DE CONSENTIMENTO DOS RESPONSÁVEIS	99
	APÊNDICE G – TERMO DE ASSENTIMENTO DOS ESTUDANTES	103
	APÊNDICE H – QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO (GC).....	106
	APÊNDICE I – QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO (GE)	111
	ANEXO A – PARECER COMITÊ DE ÉTICA.....	115

1 INTRODUÇÃO

A Astronomia desempenha um papel fundamental na formação de cidadãos críticos e conscientes, destacando-se como uma área de conhecimento que conecta Ciência, cultura e pensamento reflexivo. Diante disso, torna-se imprescindível que políticas públicas, instituições de ensino e a sociedade como um todo direcionem esforços para valorizar essa Ciência e promover a formação contínua de professores. Contudo, ao analisar o contexto histórico do ensino de Astronomia, observa-se uma realidade marcada pela precarização de práticas pedagógicas contínuas que fortaleçam esse saber, além da dependência na dedicação individual de docentes para sua promoção (Langhi; Nardi, 2012).

A reformulação das Diretrizes Comum Curriculares Nacionais, previstas nos PCNs (1998) e na BNCC (2018) trouxe o aumento de pesquisas na área, que contribuíram com propostas de ensino e identificação de problemas, como a formação deficitária dos docentes (Langhi; Nardi, 2014). No entanto, o fator pesquisa ainda não afetou em grande escala a prática docente, no quesito de sua construção e inserção no ensino básico.

Segundo Gama e Henrique (2010), contemplar o desconhecido é algo que sempre motivou o ser humano. Os objetos celestes trazem fascínio de um universo a ser investigado, com isso, cabe aos docentes buscar e adotar abordagens estratégicas deste conteúdo em busca de uma aproximação com sua realidade escolar. De acordo com Freire (1988), um conteúdo exposto por si só não é abstraído, cabendo o diálogo do educador e educando para apropriação do saber, sendo capaz até de aplicá-lo em situações concretas.

Esse processo de internalização, que envolve a interação com o contexto, também é central na teoria de Vygotsky, que aponta que o meio influencia diretamente o desenvolvimento humano (Rabello; Passos, 2010). Embora possuamos a capacidade de pleno desenvolvimento, necessita-se também de um processo dialético na interação do sujeito com o outro para sua efetividade, principalmente quando contém procedimentos e normas como no ambiente escolar (Vygostky, 1996). Dessa forma, esse processo de mediação social, no qual a cultura e as interações sociais desempenham um papel crucial na formação do indivíduo, destaca-se também no contexto educacional, onde o desenvolvimento do conhecimento depende não apenas da interação, mas da introdução de conceitos adequados ao nível de compreensão dos discentes.

No ensino de Astronomia, por exemplo, observa-se que os estudantes, muitas vezes, ainda não conseguem compreender conceitos básicos de Física do século XIX, o que limita sua compreensão de temas mais complexos, como os relacionados ao universo (Paulucci *et al.*,

2021). Nesse sentido, para Hovarth (2013), a inserção de conceitos astronômicos em sala de aula torna-se uma tarefa desafiadora, devido à distância entre o conhecimento teórico e a capacidade de apreensão do aluno. Portanto, é essencial buscar metodologias educativas inovadoras que favoreçam a mediação eficaz desses conceitos, promovendo uma aprendizagem significativa e acessível a todos.

1.1 Problemática

Durante o período de pandemia declarado pela Organização Mundial da Saúde (OMS), em 2020, a sociedade enfrentou desafios, destacando-se a suspensão das aulas, seguida pela adoção do Ensino Remoto Emergencial (ERE) no contexto do ensino brasileiro, apesar disso, segundo o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), na pesquisa “Resposta educacional à pandemia de covid-19 no Brasil” sobre o ano letivo de 2021, constatou-se que 17,4% das escolas de educação básica optaram exclusivamente pelo ensino remoto, enquanto 82,6% delas adotaram atividades presenciais e/ou híbridas em alguma fase do período escolar. Diante desse cenário, os docentes tiveram que reorganizar e adaptar suas abordagens pedagógicas para enfrentar os desafios e limitações impostos pelo novo contexto de ensino-aprendizagem.

Ademais, houve uma reestruturação no ensino para atender as reais necessidades contemporâneas. Visto que, os alunos já são nativos digitais devido a sua experiência e vivência com o uso da tecnologia (Prensky, 2001), e devem ser ambientados a utilizarem-se de tecnologias digitais não apenas para as suas atividades de lazer. Como afirma Sales *et al.* (2022), a tecnologia pode destacar o aluno como o elemento central, a partir de abordagens pedagógicas que promovam aprendizagens ativas e integram a tecnologia tornam-se aliadas na inserção do aluno em conteúdos interdisciplinares, relacionando-se cada vez mais com sua vida cotidiana.

1.2 Justificativa

Tendo como ponto de partida o desenvolvimento de uma sequência didática para o ensino das ondas eletromagnéticas, buscando-se uma perspectiva interdisciplinar, explorando suas aplicações na área de Astronomia com viés de uma proposta de Ensino Híbrido através da Sala de Aula Invertida em conjunto da Aprendizagem Baseada em Times. Utilizando-se também da ferramenta *online Edpuzzle* para criação e compartilhamento de vídeos interativos como aporte do ensino facilitando a coleta e o monitoramento dos resultados individualizados.

A justificativa deste trabalho baseia-se na vivência da autora como integrante do Grupo de estudo e pesquisa em Astronomia e Cosmologia (GEPAC) e bolsista de iniciação científica durante sua graduação no Laboratório de Astrofísica e Cosmologia (LAC) do IFCE – campus Fortaleza, onde observou a carência e a limitação do contato dos alunos do ensino médio com a Astronomia. Isso ocorre porque não se consegue estabelecer uma conexão entre o conteúdo geral e a especificidade das aplicações da Física na Astronomia, neste caso, no campo da Ondulatória. Após uma breve revisão da literatura, também foi identificada a escassez de trabalhos que busquem oferecer materiais teóricos e práticos sobre essa temática. Dessa forma, pretende-se contribuir com este trabalho inicial para possíveis discussões futuras e para a melhoria da qualidade do ensino de Física.

1.3 Objetivo Geral

Proporcionar para os alunos do ensino médio, na disciplina de Ondulatória, uma proposta de sequência didática sobre o ensino das ondas eletromagnéticas com aplicações na área de Astronomia.

1.4 Objetivos Específicos

Foram elaborados os seguintes objetivos específicos com o intuito de alcançar o objetivo principal, procedendo à coleta e consolidação de materiais para estudos:

- ✓ Aplicar uma sequência didática integrando a Sala de Aula Invertida e a Aprendizagem Baseada em Times.
- ✓ Realizar uma análise qualitativa dos formulários de coleta de dados, considerando também o desempenho das turmas através da Taxonomia de Bloom Revisada.
- ✓ Verificar quantitativamente o desempenho das turmas por meio do Ganho de Hake.
- ✓ Oferecer um recurso adicional para diversificar o ensino de Física e Astronomia no Ensino Médio.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As seções a seguir estão fundamentadas nos conceitos e nas temáticas relevantes para os objetivos da pesquisa, a qual resulta de uma análise da literatura sobre trabalhos que, de alguma forma, contribuíram para as práticas de ensino nas áreas de Física e Astronomia. Além disso, são apresentados os métodos de ensino que pretendeu-se adotar ao longo do desenvolvimento deste estudo.

2.1 O ensino de Astronomia

No século XXI, tratando-se dos avanços vinculados ao desenvolvimento da tecnologia, Física Moderna e Contemporânea (FMC), publicados em veículos de mídias digitais reiteradamente, seria esperado que o professor de Física, em sala de aula, lidasse com perguntas relacionadas a essas questões (Fróes, 2014). O que se observa, no entanto, são conclusões incorretas, por parte dos alunos, que necessitam da Alfabetização Científica.

Chassot (2003) define a Ciência como uma linguagem, assim, ser alfabetizado cientificamente é saber ler e interpretar a linguagem que está escrita na natureza. Portanto, a Alfabetização Científica forma o discente para além da compreensão dos conceitos ou termos técnicos científicos, na prática, consegue a inserção de um cidadão solícito no desenvolvimento da sociedade. Como afirma Damasceno Junior e Romeu (2019), aprender por meio da Alfabetização Científica leva a construção da capacidade de ação sobre o mundo.

A Base Nacional Comum Curricular argumenta que:

“[...] poucas pessoas aplicam os conhecimentos e procedimentos científicos na resolução de seus problemas cotidianos (como estimar o consumo de energia de aparelhos elétricos a partir de suas especificações técnicas, ler e interpretar rótulos de alimentos etc.). Tal constatação corrobora a necessidade de a Educação Básica – em especial, a área de Ciências da Natureza – comprometer-se com o letramento científico da população.” (Brasil, 2018, p. 547)

De acordo ainda com o documento normativo, espera-se que os estudantes possam avaliar o impacto das tecnologias em seu cotidiano, citando o exemplo da geolocalização, que seria a ação de localizar alguém ou algo por meios de coordenadas geográficas. O desenvolvimento dessa tecnologia é diretamente relacionado aos conceitos sobre as ondas eletromagnéticas devido a transmissões de informações via ondas de radiofrequência. Para Barros, Assis e Langhi (2016) o estudo do espectro das ondas eletromagnéticas tem grande potencial didático e pedagógico:

“Dado o grande potencial interdisciplinar, a espectroscopia pode constituir uma rica sequência didática no ensino de Astronomia, interagindo diretamente com conteúdo de outras áreas, como por exemplo, da Física Moderna e da Química. [...] permite ao professor abordar diferentes temas dentro da Física, Química e Astronomia [...]” (p. 17)

Segundo Freitas *et al.* (2021), diversos autores relatam sobre as dificuldades no ensino de Ciências e apresentam temáticas a serem trabalhadas no ensino de Astronomia, mas não direcionam propostas para obstáculos que são encontrados ao executar seu planejamento. Dessa forma, as ondas eletromagnéticas apresentam-se como uma possibilidade para trabalhar temas e implicações do ensino de Astronomia durante as aulas de Física.

O ensino de Astronomia é previsto na etapa do Ensino Médio em que se trabalha a unidade temática “Vida, Terra e Cosmo”, considerando modelos abstratos e suas implicações (Brasil, 2018). No entanto, apenas nos deparamos com a promoção destes saberes por opção de professores comprometidos em sua formação individualizada (Langhi; Nardi, 2009). A formação em Astronomia no Brasil frequentemente recai sobre os professores de Física, que enfrentam diversos desafios decorrentes das especificidades da licenciatura nessa área. Damasceno Junior e Romeu (2019) destacam que poucos cursos de Física no país oferecem disciplinas específicas de Astronomia. Além disso, segundo Slovincski *et al.* (2023), embora as licenciaturas em Física sejam as que mais disponibilizam disciplinas de Astronomia entre os cursos de Ciências da Natureza, elas também apresentam o menor número de concluintes nessa área. Essa realidade limita significativamente a contribuição desses cursos para a melhoria do ensino de Astronomia no Brasil.

O currículo vigente no ensino médio apresenta os conteúdos de maneira ampla e muitas vezes fragmentada, deixando subentendidos temas e propostas interdisciplinares. Essa lacuna na formação implica que apenas professores com conhecimento aprofundado em Astronomia sejam capazes de mediar propostas pedagógicas, propondo conteúdos específicos e aplicáveis ao contexto dos alunos, com o intuito de promover o engajamento dos alunos e despertar o entusiasmo no processo de 'aprender a aprender'. Conforme afirma Ferreira *et al.* (2021), a inserção de temas relacionados à Astronomia e à Física moderna e contemporânea é perfeitamente viável no contexto do ensino médio, mesmo nas escolas públicas, caracterizadas por recursos limitados. Essa perspectiva se opõe ao currículo atual de Física, que se encontra obsoleto, centrado predominantemente na Física clássica e em abordagens metodológicas muitas vezes vagas e desarticuladas.

Apesar das dificuldades enfrentadas, Silva *et al.* (2021) destaca que a Astronomia e a cosmologia podem ser instrumentos eficazes de mobilização em prol da Ciência. Nesse contexto, torna-se fundamental promover o desenvolvimento de incentivos voltados à formação de licenciados que possuam competências necessárias para difundir a Astronomia em diferentes níveis de ensino. Tal abordagem não só contribui para a disseminação do método científico, mas também lhe atribui um significado mais profundo, ao integrá-lo ao cotidiano dos alunos. Ao proporcionar essa conexão, a Astronomia pode se tornar parte significativa da vivência e da experiência dos estudantes, conferindo maior relevância à educação escolar e incentivando o despertar do interesse pela área.

2.2 Ondas Eletromagnéticas

No final do século XIX, o físico escocês James Clerk Maxwell (1831- 1879) estabeleceu a unificação de duas áreas da Física, a Eletricidade e o Magnetismo. Além de unificar estudos que, pelos esforços de cientistas experimentais e teóricos da época como Orsted, Ampère e Faraday, ainda não haviam sido integrados, Maxwell estabeleceu as relações entre eletricidade e magnetismo por meio de equações matemáticas, que ficaram conhecidas como as equações de Maxwell, em sua homenagem (Biscuola *et al.*, 2012). Estas equações podem ser formuladas tanto via integral como em forma diferencial (Nussenzveig, 2015). Descrevendo as equações em forma integral, temos que:

A primeira equação referimos como a Lei de Gauss para a eletricidade.

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q}{\epsilon_0} \quad (1)$$

(1) determina que o fluxo elétrico através de qualquer superfície fechada seja equivalente à carga elétrica total (carga livre) contida dentro da superfície. Para determinar o campo elétrico por meio desta lei, é necessário escolher adequadamente a superfície fechada, de modo a considerar a distribuição de cargas apenas quando a configuração apresentar simetria.

A segunda equação se referimos como a Lei de Gauss para o magnetismo.

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0 \quad (2)$$

(2) Estabelece que o fluxo magnético total através de qualquer superfície fechada é sempre zero. Este fenômeno ocorre, pois, as linhas de fluxo magnético são sempre linhas fechadas, já que não existem monopolos magnéticos (cargas magnéticas isoladas) na natureza.

A terceira equação denomina-se como a Lei de Faraday.

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{s} = -\frac{d\phi_B}{dt} \quad (3)$$

(3) Demonstra que um campo magnético variável no tempo produz um campo elétrico. Em outros termos, estabelece que a integral de linha do campo elétrico ao longo de um caminho fechado é igual à taxa de variação do fluxo magnético através da área do caminho. A variação deste fluxo magnético pode ser causada por um circuito parado num campo magnético variável no tempo; um circuito se movendo num campo magnético constante; ou uma combinação destes dois fenômenos.

A quarta equação denomina-se a lei de Ampère-Maxwell.

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \left(i_c + \varepsilon_0 \frac{d\phi_E}{dt} \right) \quad (4)$$

(4) Descreve que um campo elétrico variável no tempo gera um campo magnético. Ademais, a lei de Ampère com as correções de Maxwell permitiu descrever que um campo magnético variável no tempo induz a formação de um campo elétrico também variável, e, da mesma forma, um campo elétrico em mudança no tempo dá origem a um campo magnético que varia no tempo. Assim, estes termos explicam a propagação de 'ondas eletromagnéticas' que se autossustentam enquanto se propagam pelo espaço vazio.

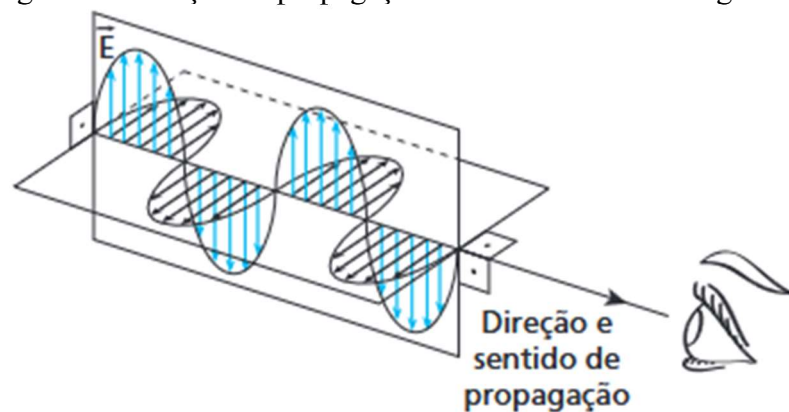
Essas equações têm a capacidade de descrever todos os fenômenos eletromagnéticos, inclusive as ondas eletromagnéticas temática deste trabalho. Originalmente, elas eram apresentadas em 20 equações distintas. No entanto, com o desenvolvimento de técnicas matemáticas, como o cálculo vetorial, essas equações foram condensadas nas quatro equações apresentadas acima que conhecemos atualmente, graças ao trabalho do engenheiro elétrico e físico Oliver Heaviside (Carpes Junior, 2023).

“O som não se propaga no vácuo. Mas com a luz é diferente. Ela se propaga através do vácuo. [...] a luz é uma vibração de campos elétrico e magnético – uma onda eletromagnética de pura energia. A luz consegue atravessar muitos materiais, mas não precisa de nenhum. [...]” (Hewitt, p. 357).

Segundo a teoria Maxwell, as ondas eletromagnéticas são geradas por cargas elétricas dotadas de aceleração de qualquer tipo (Biscuola *et al.*, 2012). Desta forma, estes campos produzidos através dessas cargas aceleradas se propagam pelo espaço exibindo as propriedades básicas de uma onda quais são: reflexão, refração, difração, interferência e transporte de energia (Calçada; Sampaio, 1998). A previsão da existência destas ondas foi confirmada experimentalmente pelo físico alemão Heinrich Hertz, em 1887, quando gerou-se e detectou ondas eletromagnéticas de rádio em laboratório (Biscuola *et al.*, 2012).

O comportamento do campo magnético $\vec{B}$ é análogo ao do campo elétrico $\vec{E}$. Maxwell demonstrou que ambos os campos oscilam com o mesmo período, estão em fase e são orientados em direções perpendiculares entre si. Deste modo, as ondas eletromagnéticas serão sempre transversais, podendo ser, polarizadas (Calçada e Sampaio, 1998). Esta prática está ilustrada na figura abaixo:

Figura 1 – Direção de propagação de uma onda eletromagnética



Fonte: Biscuola *et al.* (2012).

Através das equações, Maxwell mostrou que no vácuo a velocidade de propagação da onda eletromagnéticas é dada por:

$$v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} \quad (5)$$

Como ϵ_0 e μ_0 são constantes conhecidas por medidas eletromagnéticas, obtemos o valor da velocidade da luz no vácuo:

$$v = 299.792.458 \text{ m/s} = c$$

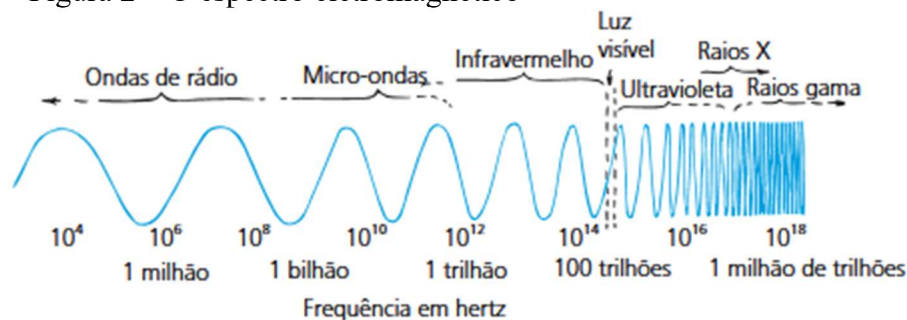
É costume representar a velocidade das ondas eletromagnéticas no vácuo pelo símbolo c (Nussenzveig, 2015). Embora as ondas eletromagnéticas possuam a mesma velocidade, elas diferem em sua frequência (Hewitt, 2015). Considera-se que uma onda eletromagnética de frequência f que se propaga com velocidade v em um meio. Sendo λ o seu comprimento de onda, obtemos que:

$$v = \lambda \cdot f \quad (6)$$

De acordo com o Sistema Internacional de Unidades (SI), a unidade de velocidade (v) é metros por segundo (m/s), a unidade de comprimento de onda (λ) é dada em metros (m) e a unidade de frequência (f) é Hertz (Hz).

A classificação dessas ondas, baseada na frequência, constitui o que chamamos de espectro eletromagnético, que é um conjunto de frequências conhecidas emitidas para este tipo de onda. Conforme ilustrado na figura abaixo:

Figura 2 – O espectro eletromagnético



Fonte: Hewitt (2015)

Definindo em relação à frequência, da menor para a maior, temos as ondas de rádio, que possuem os maiores comprimentos de onda e menor frequência. Elas são utilizadas na transmissão de rádio, televisão, sinais de celular e comunicação por satélite (Calçada e Sampaio, 1998).

As micro-ondas são usadas em comunicação sem fio, radar e em fornos micro-ondas. Elas possuem comprimento de onda maior que o infravermelho e têm a capacidade de penetrar alimentos, aquecendo-os através da vibração das moléculas de água (Hewitt, 2015). Além disso, a frequência da radiação de fundo cósmico, que está na faixa das micro-ondas, é utilizada para estudar o universo primitivo.

O infravermelho, com comprimento de onda maior que a luz visível, está associado ao calor. Ele é utilizado em dispositivos como controles remotos e câmeras térmicas. Além disso, é utilizado para captar informações sobre o cosmos através de telescópios espaciais, como o James Webb (NASA, 2022).

A luz visível é a faixa do espectro que pode ser percebida pelos olhos humanos, abrangendo as cores do arco-íris, desde o violeta (com menor comprimento de onda) até o vermelho (com maior comprimento de onda) (Calçada; Sampaio, 1998).

O ultravioleta é produzido por átomos e moléculas em descargas elétricas. O Sol é um grande emissor de radiação ultravioleta, sendo o principal responsável pelo bronzeamento da pele. No entanto, exposições exageradas a essa radiação pode ser prejudicial, causando queimaduras e até câncer (Calçada; Sampaio, 1998).

Os raios-X são gerados pela oscilação dos elétrons mais internos dos átomos, podendo também ser produzidos através da aceleração de elétrons muito rápidos. São utilizados na pesquisa de estruturas de cristais e em medicina para obtenção de radiografias. Esse comprimento de onda também é utilizado no Observatório de Raios-X Chandra, que permite que cientistas de todo o mundo obtenham imagens de raios-X de ambientes exóticos para ajudar a entender a estrutura e a evolução do universo (NASA, 2025).

Por fim, os raios gama são produzidos em processos nucleares e são prejudiciais aos organismos vivos. O grande perigo da radioatividade está relacionado à emissão de raios gama, o que causa confusão quando se fala em radiação eletromagnética e radioatividade (Calçada; Sampaio, 1998).

2.3 A Aprendizagem Histórico-Cultural de Vygostky

As teorias educacionais servem como base para o desenvolvimento de práticas educativas que amparam a progressão na educação. Para Oliveira (2004), a Teoria de Vygotsky trata a aprendizagem como uma atividade a ser construída em sociedade, que a partir da troca, ocorre a aprendizagem pois o conhecimento passa a ser internalizado. Como argumenta (Vygostky, 2010, p. 109):

“[...] o fato de que a aprendizagem da criança começa muito antes da aprendizagem escolar. A aprendizagem escolar nunca parte do zero. Toda a aprendizagem da criança na escola tem uma pré-história. Por exemplo, a criança começa a estudar aritmética, mas já muito antes de ir à escola adquiriu determinada experiência referente à quantidade, encontrou já várias operações de divisão e adição, complexas e simples; portanto, a criança teve uma pré-escola de aritmética”

O autor também afirma que é necessário considerar o nível de desenvolvimento atual quanto a capacidade de aprendizado potencial. Em outros termos, há dois níveis de desenvolvimento a serem considerados: o nível real, já alcançado pela criança ao longo de sua vida, e o nível de desenvolvimento potencial, também conhecido como zona de desenvolvimento proximal (ZDP), que representa a capacidade de aprender ou progredir com a assistência de outra pessoa. A educação no contexto escolar tem o papel de estimular os processos internos de desenvolvimento, seguindo, assim, o processo de aprendizagem.

De acordo com Coutinho Junior (2021), no ensino de Física, parte dos processos retentores da teoria de Vygotsky dialogam de forma solícita. Visto que, o surgimento de ideias e o estudo dos fatos só garantem a conquista do conhecimento se estas atividades tenham por base as interações do sujeito com o mundo (Martins, 1997). Desse modo, o papel do professor é essencial para intervir nas interações dos alunos garantindo autonomia na descoberta do conhecimento, para que, o aluno que acabou de superar um equívoco e chegou a uma compreensão autêntica, ser capaz de recordar a natureza da sua dificuldade e reconhecer a dos colegas os ajudando a avançar de forma análoga (Sweet; Michaelson, 2012).

O papel do professor não deve ser reduzido à ideia de mediador do conhecimento, como proposto por Piaget. Essa visão está mais próxima de uma abordagem cognitivista, a qual, sob a ótica vygotskiana, não se aplica. Para Vygotsky, o conceito de "mediação" envolve o uso de ferramentas ou recursos auxiliares para resolver problemas psicológicos, como no caso das atividades de raciocinar. Como afirma (Pereira; Junior Lima, 2014, p. 526):

“[...] Usamos o despertador para acordar pela manhã e o relógio para sincronizar ou para medir a duração de certos eventos. Usamos palavras para pensar e a fala para orientar o pensamento de outros. O fato é que muito dessas atividades são quase impossíveis de se realizar sem o uso adequado de signos. Em suma, o professor não pode ser um “mediador”, pois ele em si não é um signo! Trata-se sim de um agente ativo que também utiliza mediação na realização de atividades práticas.”

Em princípio pode-se observar vertentes dessa teoria de aprendizagem em uma das competências específicas relacionadas ao ensino de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT) no Ensino Médio, onde faz-se necessário analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos conforme suas interações e relações entre matéria e energia (BRASIL, 2018). Portanto, esta percepção possibilita modelar caminhos que podem reforçar o processo de ensino e aprendizagem.

Para Leontiev (s.d.), seguindo os pressupostos de Vygotsky, o ser humano não nasce ‘humano’; ele se humaniza por meio de suas interações sociais e ao se apropriar da cultura

produzida. Smolka (1995) detalha esse processo de humanização ao fazer uma analogia de que o uso de ferramentas, por si só, não define a atividade humana, uma vez que os animais também são capazes disso. No entanto, é a produção, a intencionalidade, que pode ser compreendida como um trabalho material e simbólico significativo, que se destaca e estabelece a dimensão histórico-cultural, configurando-se como uma atividade prática e cognitiva.

Segundo Vygotsky (2010), o papel dos elementos do ambiente varia conforme as diferentes faixas etárias no aprendizado. Por conseguinte, o meio modifica-se para a criança de acordo com sua faixa etária. A vivência torna-se um dos elementos que constituem o ambiente e que podem determinar seu desenvolvimento psicossocial. Dessa forma, a criança interpreta o meio e a sua influência em seu próprio desenvolvimento. Parte-se do pressuposto utilizando-se do termo ‘singularidades constitutivas’, que cada criança terá uma vivência com suas particularidades e que precisamos considerar as peculiaridades (não de maneira geral) de cada indivíduo, então deve-se admitir que cada um irá compreender os acontecimentos ao seu redor de maneira diferente.

Portanto, deve-se apoiar em uma educação voltada para a formação de indivíduos críticos e reflexivos. Para isso, é necessário investigar as estratégias que ajudam os alunos a internalizar conceitos e habilidades de pensamento. Essas competências são vistas como "instrumentalidades" para enfrentar situações práticas, como resolver problemas e tomar decisões (Libâneo, 2003). Assim, o ensino deve promover o desenvolvimento cognitivo e a capacidade de agir de forma a corresponder as demandas do mundo moderno.

2.4 As Tecnologias Digitais na Educação

Na educação os aparatos tecnológicos vêm sendo utilizados, baseado na proximidade dos alunos com o uso de aplicativos, e tornaram-se cada vez mais recorrentes no ensino. Destaca-se a importância de tratar a tecnologia não apenas como instrumento, em razão da mesma acabar trazendo novas perspectivas sobre o mundo (Brasil, 2018).

A ‘geração Alpha’¹ é reconhecida por sua proficiência no uso de tecnologias em seu cotidiano (Marques; Matos, 2021). De acordo com Cordeiro Furtado (2019), no cenário atual, o acesso e o uso de informações e comunicações em um ambiente virtual, caracterizado pela imaterialidade e pela constante mudança, têm conduzido a uma transformação educacional e cultural. Portanto, isso exige que os docentes estejam devidamente formados e familiarizados

¹ termo usado para designar as pessoas nascidas a partir de 2010 e até 2025

com os preceitos da geração atual, a fim de que possam intervir em sua educação e, assim, efetivar os processos de ensino e aprendizagem (Pacheco; Sole, 2021). Conforme também Nunes e Oliveira (2013, p. 25) afirma que: “É imperioso, para tanto, que o professor tenha formação adequada para utilizar o computador e o *software* educativo, sob pena de o investimento tecnológico não ter o retorno almejado”. Sem o preparo, esses recursos podem ser subutilizados ou mal aplicados, limitando seu potencial.

Desse modo, a formação docente torna-se o pilar para um bom desempenho no uso de tecnologias nas atividades pedagógicas. Para Mórán (2015), a tecnologia no ensino traz possibilidades de integrar os espaços e tempos, ou seja, o mundo físico e o mundo digital. Essa percepção amplia as possibilidades de utilizar metodologias que podem ser propostas em busca de atender as expectativas dos estudantes. Com isso, torna-se essencial reconhecer as transformações da sociedade decorrente das transformações tecnológicas, que afetam diretamente os jovens, influenciando também em sua formação (Brasil, 2018).

Sendo assim, a mediação educacional torna-se essencial, pois confere significado ao uso da tecnologia. Segundo Jaime e Leonel (2024), o papel da escola é questionar o uso consciente das Tecnologias Digitais na Educação, promovendo uma postura crítica e criativa. Dessa forma, o professor comprometido com a aprendizagem deve também se adaptar ao mundo globalizado, contribuindo para a produção deste conhecimento (Santana *et al.*, 2018). Para Cavalcante *et al* (2019), esta apropriação da tecnologia em sala tende a provocar curiosidade aos discentes atraindo sua atenção.

Conforme Silva, Café e Catapan (2010), a partir dessas novas demandas educativas, surgiram os Recursos Educacionais Digitais, que proporcionam uma perspectiva de aprendizagem cooperativa. No entanto, inicialmente, houve dificuldades na utilização e apropriação dessas plataformas na educação, em função da legislação sobre direitos autorais. Com o surgimento do movimento da cultura livre, esse impasse foi gradualmente resolvido (Foletto, 2021).

Segundo Amiel e Santos (2013), um dos exemplos mais representativos de Recursos Educacionais Digitais são os ‘Objetos de Aprendizagem’ (OA). Os Objetos de Aprendizagem (OA) são ferramentas utilizadas em sala de aula ou em estudos de conceitos científicos, especialmente quando se possui objetivos pré-definidos (Sales *et al.*, 2018). Consoante a isso, De Castro Filho *et al.* (2008, p. 584) definem critérios para que os recursos educacionais sejam considerados Objetos de Aprendizagem:

“[...] (1) ser digitais, isto é, possam ser acessados através do computador, preferencialmente pela Internet; (2) ser pequenos, ou seja, possam ser aprendidos e utilizados no tempo de uma ou duas aulas; (3) focalizar em um objetivo de aprendizagem único e (4) serem de fácil utilização.”

Para De Sá Alves (2020), esses objetos de aprendizagem têm como finalidade apoiar a prática pedagógica, tanto dentro quanto fora da sala de aula. Contudo, por terem um foco exclusivo em objetivos específicos de aprendizagem, na prática, esses recursos tornam-se inflexíveis, dificultando o reuso e a adaptação do material. Isso contrasta com a definição apresentada por Amiel, Orey e West (2011), que os descrevem em princípio como recursos flexíveis que podem se conectar a outros, ajudando a alcançar objetivos de aprendizagem.

De todo modo, é necessário reconhecer que toda a comunidade escolar desempenha um papel fundamental na implementação do uso das tecnologias digitais (Prata, 2010). Portanto, os professores precisam explorar as tecnologias disponíveis na escola, integrando-as às atividades em sala de aula, enquanto a gestão deve buscar formas de facilitar a inserção e adquirir recursos tecnológicos para o cotidiano escolar.

Dessa forma, Bielschowsky (2009) enfatiza que a implementação de uma cultura digital nas escolas depende não apenas da utilização das tecnologias, mas também da capacitação adequada dos professores, que deve ser integrada a estratégias pedagógicas que considerem os recursos e infraestrutura disponíveis nas instituições de ensino.

No contexto do ensino de Astronomia, das dificuldades já mencionadas, muitas escolas carecem de instrumentos e espaços que favoreçam atividades lúdicas, como a observação, fundamentais para uma abordagem mais prática e envolvente da disciplina (Freitas *et al.*, 2021). Nesse cenário, a utilização de Objetos de Aprendizagem (OA) surge como uma alternativa, pois não apenas amplia as possibilidades pedagógicas, mas também auxilia no acompanhamento do progresso dos alunos, proporcionando dados quantitativos valiosos para o aperfeiçoamento das abordagens de ensino. Assim, a combinação de uma formação docente adequada às tecnologias com a utilização de Objetos de Aprendizagem (OA) pode mitigar limitações de recursos e abrir novas oportunidades para o ensino. No entanto, é importante ressaltar que essa abordagem não resolve todos os desafios educacionais, mas representa um passo importante para a modernização e a qualificação das práticas pedagógicas.

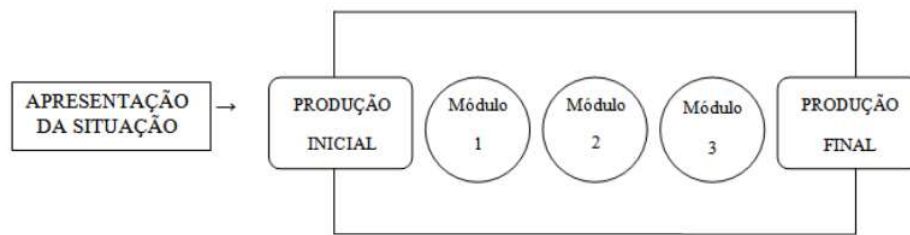
2.5 Sequência Didática

Zabala (1998, p.8) define uma sequência didática como: “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que

têm um princípio e um fim conhecido tanto pelos professores como pelos alunos”. Isto é, uma série ordenada de ações articuladas que formará a unidade didática e que devem levar em conta os objetivos propostos de ensino.

Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004) em seu estudo propõe o procedimento que se chama “sequência didática” e apresentam as etapas de sua progressão apresentadas na figura abaixo.

Figura 3 – Etapas de uma Sequência Didática



Fonte: Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004).

A apresentação da situação visa descrever a proposta de ensino para os alunos, as etapas e estratégias a serem adotadas, além de destacar a importância do conteúdo para o estudante. Portanto, é fundamental que os alunos compreendam claramente o que irão aprender ao longo do processo. Na produção inicial, são expostas as capacidades que os alunos já possuem e suas potencialidades. Esse momento serve para que o docente observe o nível de conhecimento prévio dos estudantes e, a partir disso, ajuste e aperfeiçoe sua sequência didática.

Os módulos consistem no conteúdo proposto, abordando problemas de diferentes níveis e com atividades diversificadas. Essa abordagem busca ampliar as chances de um maior engajamento e potencial de aprendizagem dos estudantes. Já a produção final é o momento em que o discente apresenta as ferramentas e constatações desenvolvidas ao longo do processo. Por meio dessa etapa, os docentes podem observar as aprendizagens alcançadas e identificar pontos que necessitam de melhoria.

Para De Araújo (2023), a Sequência Didática é uma forma de o professor organizar suas atividades de ensino de maneira sistemática. A autora ressalta que não se trata apenas de um modo de organizar aulas, mas de uma condução metodológica baseada em fundamentos teóricos sobre o processo de ensino e aprendizagem.

A sequência didática também possibilita a interdisciplinaridade, permitindo instigar o tema da disciplina por meio de outra Ciência (Peretti; Toni da Costa, 2013). Dessa forma, ao abordar as ondas eletromagnéticas na disciplina de Física, é viável recorrer às suas aplicações

práticas, ou seja, fornecendo exemplos em outras áreas de conhecimento, como Engenharia e Astronomia.

2.6 Metodologias Ativas: Aprendizagem Baseada em Times

As Metodologias Ativas (MA) se apresentam como uma nova forma de criar estratégias didático-pedagógicas para buscar a autonomia do aluno e o comprometimento com sua aprendizagem (Sales *et al.*, 2017). Nessa perspectiva, a educação passa de tradicional, com foco no professor, enquanto transmissor do conhecimento, para uma educação que compreende o discente como ser proativo.

Nesse mesmo sentido, o conceito de "*Blended Learning*" ou Ensino Híbrido, abordado por Macdonald (2008), propõe a incorporação de recursos tecnológicos à educação, destacando, no entanto, que isso não deve substituir o contato presencial e outras abordagens tradicionais de apoio aos estudantes. Segundo Da Silva *et al.*, (2018), o Ensino Híbrido deve promover a autonomia do aluno em seu processo de aprendizado, ampliando seu pensamento crítico, e permitindo a aplicação do conhecimento em situações da vida cotidiana. Desse modo, o Ensino Híbrido é uma metodologia de apoio que deve ser prática, reflexiva e adaptativa para que retorne aos objetivos de ensino. Deve-se salientar que a metodologia é apenas um dos elementos para contribuir com o ensino, mas que nos traz alternativas que não estavam anteriormente disponíveis ou perceptíveis.

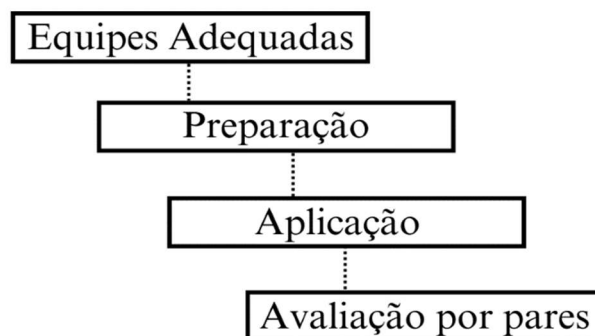
A Sala de Aula Invertida, também conhecida como *Flipped Classroom*, é uma das possibilidades metodológicas do Ensino Híbrido que busca proporcionar flexibilidade em relação ao tempo de aprendizado. De acordo com Salas-Rueda (2021), trata-se de um modelo pedagógico que faz uso da tecnologia para criar novos ambientes educacionais, em que são realizadas atividades fora da sala de aula e o trabalho colaborativo ocorre durante os encontros presenciais. Essa abordagem surge como uma tendência em um mundo globalizado digitalmente, no qual os alunos, imersos em um ambiente de constante conectividade, não podem ser desvinculados das tecnologias, sendo este um contexto em que cresceram e com o qual estão intrinsecamente relacionados.

Nesse cenário, a metodologia de ensino *Team-Based Learning* (TBL), conhecida no Brasil, como Aprendizagem Baseada em Times, surge como uma estratégia complementar. Definida por Sweet e Michaelsen (2012), a TBL se caracteriza pela promoção de aprendizagem ativa e colaborativa, fortalecendo ainda mais o potencial das abordagens pedagógicas que utilizam a interação social e a tecnologia para maximizar o aprendizado.

Envolver uma sequência específica de atividades e feedback projetada para transformar rapidamente grupos de alunos individuais em equipes de aprendizagem de alto desempenho, nas quais os participantes se conhecem e precisam uns dos outros, se responsabilizam mutuamente pela preparação e contribuição (Sweet; Michaelsen, 2012, p. 18).

Dessa forma, os autores apresentam a metodologia por processos práticos que fundamentam a sua estrutura, como demonstrado na Figura 4.

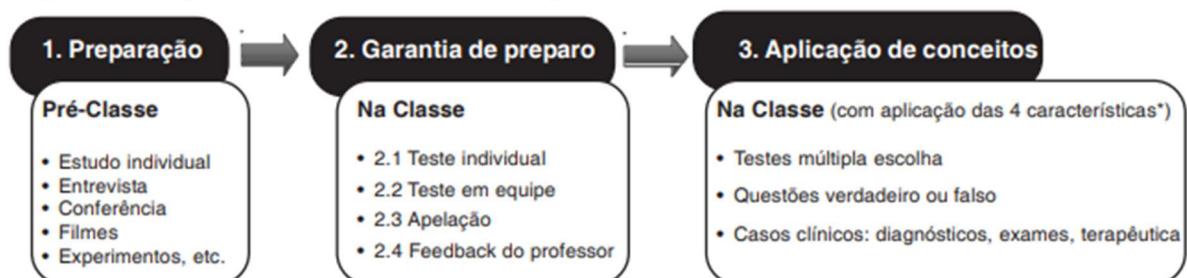
Figura 4 – Estrutura da Team Based-Learning



Fonte: Sweet e Michaelsen (2012) com adaptações da autora (2024).

De acordo com os autores, as equipes devem ser fixas, conforme o período estabelecido, e estratégias devem ser criadas na formação dessas equipes, critérios com características que facilitem ou dificultem o desenvolvimento das atividades. Essa permanência no grupo leva os alunos a se relacionarem entre si, criando assim uma maior capacidade coletiva. Corroborando com a metodologia, Bollela *et al.* (2014) apresentam as etapas para auxiliar e demonstrar o potencial desta estratégia, denominadas como na Figura 5.

Figura 5 - Etapas da Team Based-Learning



Fonte: Bollela *et al.* (2014)

A etapa de preparação procura conferir autonomia ao estudante em seu aprendizado, por meio de leituras e atividades pré-definidas pelo professor. Dessa forma, se o aluno não participar dessas atividades estabelecidas, pode ocorrer dispersão em relação ao seu grupo. A

garantia de preparo envolve um teste ou atividade relacionada ao estudo prévio, realizado de maneira individual, seguido por um coletivo com debates em equipe o que gera competitividade. Após o debate, os grupos entram em consenso, decidindo por uma das alternativas. À vista disso, nesse processo o docente deve estar atento ao feedback imediato, fornecendo comentários às equipes gerando engajamento para que a experiência torne-se produtiva.

Esse tipo de metodologia busca a ludicidade para fornecer subsídios que incentivem a voluntariedade e autonomia do aluno. Para Busarello (2016), os mecanismos encontrados no lúdico contribuem para a motivação do sujeito em vários aspectos no ambiente. Tal abordagem de ensino transporta um percurso metodológico que também utiliza elementos dos *games* sendo observado claramente como: os objetivos claros e desafiadores (De Oliveira; Araújo; Veit, 2016), competição (Oliveira *et al.*, 2018), sistemas de pontuação (Perez, 2021), feedback imediato (Cunha; Ramsdorf; Bragato, 2019), colaboração e cooperação (Medeiros *et al.*, 2021). Portanto, no ensino formal é apto aplicar metodologias ‘gamificadas’ devido à proximidade e interações desse público com os games (Fardo, 2013).

Para Da Costa *et al.* (2020), o docente deve refletir sobre a sua prática e planejar conforme o conteúdo, o nível cognitivo dos educandos e os elementos dos *games*, para que ocorra uma concordância na metodologia de ensino ‘gamificada’. Portanto, a ‘gamificação²’ não é constituída como uma atividade em detrimento recreativo, porém, ao inserir em sua abordagem os elementos dos games para a produção de conhecimento gera-se um ambiente educativo agradável.

Rocha *et al.* (2020) constata, que no ensino de Astronomia aplicar jogos de caráter competitivo concretiza como opção para remodelar o aluno da situação passiva em sala, fomentando motivação, cooperação e interação. A respeito dos *softwares* que podem ser usados como Objetos Virtuais de Aprendizagem (OVAs), Monteiro, Júnior e Costa (2020) sugerem combinar as abordagens de ensino com a ferramenta *Edpuzzle* para desenvolver habilidades e competências pois permite diversificar a prática docente. O *Edpuzzle* é uma plataforma educacional que permite aos professores criar e personalizar vídeos interativos, adicionando perguntas e comentários. Ela facilita o aprendizado ativo, tornando o conteúdo audiovisual mais envolvente. Os alunos interagem com o material durante a visualização, o que melhora a compreensão e a retenção. É amplamente usada para tornar o ensino mais dinâmico.

² técnica que usa elementos de jogos para motivar e engajar pessoas em situações não relacionadas a jogos

3 METODOLOGIA

Nesta seção, serão detalhadas as abordagens adotadas tanto para a pesquisa quanto para o ensino, com foco nos procedimentos e técnicas aplicados em cada uma. A metodologia da pesquisa descreve os métodos de coleta e análise de dados, delineando as etapas seguidas para assegurar a robustez, a validade dos resultados obtidos. Já a metodologia de ensino apresentará as estratégias pedagógicas utilizadas, destacando os métodos, as intervenções e as abordagens instrucionais aplicadas para promover a aprendizagem eficaz dos participantes.

3.1 Metodologia da Pesquisa

O presente estudo possui natureza aplicada pois é focada em questões práticas (Moreira, 2018), com abordagem qualiquantitativa sendo usada para uma compreensão mais ampla na investigação (Machado, 2023), de modo a utilizar-se de teorias existentes para construção de um percurso didático em relação ao ensino de Astronomia junto as Metodologia ativas. Designa-se como sendo uma Pesquisa Exploratória onde as normas serão adaptadas para se adequar a realidade possibilitando a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado (Gil, 2002). Quanto ao procedimento técnico, trata-se de um Estudo de Caso, dado que possui um Grupo Específico a ser estudado.

Para Meirinhos e Osório (2010), o Estudo de Caso permite estudar o objeto no seu contexto real, utilizando múltiplas fontes de evidência que se enquadram numa lógica de construção do conhecimento incorporando a subjetividade do investigador, desse modo, requer uma reflexão ponderada do pesquisador quanto aos diversos aspectos.

A população do estudo constitui por alunos pertencentes ao nível médio, matriculados na disciplina de Ondulatória, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), *campus* Fortaleza. Os critérios de inclusão para participação na pesquisa são a posse de matrícula ativa e o consentimento informado. Quanto aos critérios de exclusão, foram considerados alunos sem matrícula ativa, aqueles que recusaram participar, que apresentaram incapacidade de consentir, assim como os que realizaram transferências ou desistências ao longo do projeto.

Realizaram-se ações em duas turmas do Ensino Médio, nas quais foram aplicados questionários pré-teste e pós-teste (o qual se encontram no apêndice) padronizados por meio da ferramenta virtual *Google Forms*. Utilizou-se uma classificação baseada no refinamento e

comparação de dados (Coutinho Junior, 2021), sendo denominado Grupo Controle (GC) a turma que realizou atividades de forma ‘tradicional’, e Grupo Experimental (GE) a turma que foi aplicada a metodologia ativa Sala de Aula Invertida, com características também da Aprendizagem Baseada em Times. No primeiro contato com os grupos foi informado as normas de aplicação da metodologia de ensino, contrato didático, e o questionário pré-teste, o que trouxe um panorama das turmas, identificando as carências do grupo em relação ao conteúdo.

Inicialmente, a implementação da sequência didática seria com 8 (oito) aulas presenciais por turma de forma expositiva e dialogada com atividades auxiliadas por recursos digitais. Contudo, readaptamos para 5(cinco) aulas pois o período de execução do projeto foi afetado pela paralisação das aulas no semestre 2024.1 e que posteriormente foram continuadas apenas em 2024.2. O quadro 1 descreve detalhadamente as atividades relacionadas ao **GC** que foi designado como sendo a turma do técnico integrado em Informática no semestre 6. A escolha da turma do terceiro ano como Grupo Controle (GC) foi estratégica, considerando que essa turma possuía um nível de ensino mais avançado em comparação a outra. Essa decisão visou evitar questionamentos sobre possíveis influências do nível de maturidade ou conhecimento prévio dos alunos nos resultados da pesquisa. Dessa forma, ao designar a turma do terceiro ano como GC, garantimos que eventuais diferenças nos resultados não fossem atribuídas ao fato de os alunos estarem em etapas distintas de formação, mas sim às metodologias aplicadas.

Quadro 1 – Ações no Grupo Controle

Atividades GC	Descrição de Abordagem
1º Encontro (02/04/2024)	• Questionário pré-teste • Contrato Didático
2º Encontro (30/07/2024)	• Ondulatória: Ondas • Revisão de Conteúdo
3º Encontro (06/08/2024)	• Fenômenos Ondulatórios • Revisão de Conteúdos
4º Encontro (13/08/2024)	• Ondas Eletromagnéticas • Revisão de Conteúdo
5º Encontro (20/08/2024)	• Radiação Eletromagnética • Revisão de Conteúdo
6º Encontro (27/08/2024)	• Efeito Doppler • Revisão de Conteúdo
7º Encontro (03/09/2024)	• Questionário pós-teste • Questionário de Satisfação

Fonte: elaboração própria, 2024.

As atividades do Grupo Experimental (GE) foram similares ao **GC**, com exceções dos estudos individuais pré-classe e os testes iniciais em aula, visto tratar-se de uma característica apenas da metodologia proposta apenas para este grupo, conforme Quadro 2, a abordagem do

GE é baseada no conceito da Sala de Aula Invertida e a Aprendizagem Baseada em Times. Este grupo foi designado como sendo a turma do técnico integrado em Eletrotécnica no semestre 4.

Quadro 2 – Ações no Grupo Experimental

Atividades GE	Descrição de Abordagem
1º Encontro (04/04/2024)	• Questionário pré-teste • Contrato Didático
1ª Atividade Online	• Estudo individual pré-classe
2º Encontro (25/07/2024)	• Teste inicial • Ondulatória: Ondas • Revisão de Conteúdo
2ª Atividade Online	• Estudo individual pré-classe
3º Encontro (01/08/2024)	• Teste inicial • Fenômenos Ondulatórios • Revisão de Conteúdos
3ª Atividade Online	• Estudo individual pré-classe
4º Encontro (08/08/2024)	• Teste inicial • Ondas Eletromagnéticas • Revisão de Conteúdo
4ª Atividade Online	• Estudo individual pré-classe
5º Encontro (22/08/2024)	• Teste inicial • Radiação Eletromagnética • Revisão de Conteúdo
5ª Atividade Online	• Estudo individual pré-classe
6º Encontro (29/08/2024)	• Teste inicial • Efeito Doppler • Revisão de Conteúdo
7º Encontro (05/09/2024)	• Questionário pós-teste • Questionário de Satisfação

Fonte: elaboração própria, 2024.

Desse modo, considerou-se ferramentas e instrumentos que iriam auxiliar a pesquisa. Em vista disso, o questionário pós-teste destina-se explicitar a evolução individual e geral dos discentes. Por fim, foi disponibilizado um momento para o questionário de satisfação onde os alunos puderam descrever sua experiência com a metodologia proposta. Os questionários foram analisados qualitativamente a luz da Taxonomia de Bloom Revisada que se caracteriza como um sistema de classificação organizando os objetivos de aprendizagem em seis níveis cognitivos e suas dimensões de conhecimentos. Como propósito principal de auxiliar na estruturação e no desenvolvimento de atividades educacionais, promovendo uma aprendizagem progressiva.

Em relação à categoria quantitativa do projeto, busca-se estabelecer parâmetros para avaliar o ganho de aprendizagem por meio de dois vetores avaliativos: questionários pré-teste e pós-teste. Como instrumento de análise, propõe-se utilizar o Ganho de Hake, uma ferramenta utilizada para avaliar a eficácia de métodos de ensino, especialmente no contexto do ensino de

Física, conforme destacado por Silva, Sales e Braga (2019). Esse instrumento compara o desempenho dos alunos antes e depois de uma intervenção educacional.

3.2 Metodologia do Ensino

Nesta subseção apresenta-se o conjunto de práticas, abordagens e estratégias que foram utilizadas ao decorrer da pesquisa para o Grupo Experimental (GE) e Grupo Controle (GC) em relação a sequência didática para o ensino de ondas eletromagnéticas. Conforme apresentado na seção anterior as ações que foram em comum ao GE e GC:

- Contrato didático;
- Aula Expositiva Dialogada;
- Revisão de Conteúdo.

Dessa forma, os contratos didáticos foram apresentados a cada grupo no primeiro momento, com o objetivo de alinhar as expectativas de aprendizagem com a matriz curricular e o projeto pedagógico de seu curso. Esse procedimento torna-se fundamental para garantir que os alunos compreendam as diretrizes e os objetivos da disciplina desde o início, criando um ambiente de transparência e cooperação entre alunos e professores. Além disso, esse momento serve para orientar o aluno em relação ao seu desenvolvimento acadêmico, esclarecendo as metodologias de ensino e as formas de avaliação que serão adotadas ao longo das aulas.

As aulas expositivas dialogadas e participativas foram planejadas e pensadas para corroborar com o Programa de Unidade Didática (PUD) de cada curso, que, apesar de serem de áreas diferentes, para esta disciplina, têm ementas, objetivos e programas que contemplam os mesmos princípios. Assim, as aulas foram propostas para abranger as duas últimas unidades de conteúdo da disciplina de Física – Ondulatória Básica. O que é previsto pelo PUD mais recente contemplado na instituição no curso integrado de Eletrotécnica:

“UNIDADE 2: • Conceitos fundamentais de Ondulatória, Natureza das Ondas, Tipos de ondas, Ondas periódicas, Função de onda unidimensional, cordas, Reflexão e Refração de pulsos, Concordância e oposição de fase, Princípio de Huygens (Frente de onda), Fenômenos ondulatórios: Reflexão, Refração, Interferência, Difração e Polarização UNIDADE 3: • Ondas sonoras, Velocidade do som, Frequência do som, Intensidade física do som, Nível sonoro, Qualidades fisiológicas do som, Reflexão do som (eco) [...] Efeito Doppler e Barreira do som.” (IFCE, 2020, p. 1)

Ademais, um dos objetivos da disciplina de Ondulatória é articular os conceitos físicos dessa área com outros saberes científicos. Dessa forma, propôs-se uma abordagem interdisciplinar, relacionando-os à Astronomia. Como exemplo, entre os fenômenos

ondulatórios, podemos citar alguns, como a reflexão da luz do Sol, a refração da luz em nossa atmosfera, a interferência da luz nos instrumentos de observação, o impacto da difração da luz na observação de objetos celestes e a própria polarização da onda eletromagnética, por se tratar de uma onda transversal. Embora esses conteúdos abranjam aspectos da Óptica, eles estão totalmente alinhados com os tópicos previstos no programa da unidade didática. Assim, torna-se fundamental que o aluno seja incentivado a estabelecer conexões entre esses conhecimentos, favorecendo uma aprendizagem mais integradora e enriquecedora, que amplia sua compreensão dos fenômenos naturais.

A revisão de conteúdo ao final da aula, por meio de *cards* na plataforma *Plickers*, foi estabelecida para as duas turmas como uma das formas de avaliação ao longo das aulas. Essa ferramenta oferece uma maneira prática de verificar a compreensão dos alunos em tempo real, permitindo acompanhar o desempenho e o processo de fixação do conteúdo de forma contínua. O uso dessa estratégia digital contribui para uma abordagem mais dinâmica e interativa durante as aulas, embora deve-se ser levada em conta apenas como um recurso utilizado (ou não) em conjunto de um método de ensino.

3.2.1 Seguimento do Projeto

Neste tópico, é apresentada uma descrição detalhada dos procedimentos e das atividades realizadas ao longo do desenvolvimento do projeto. Serão abordadas as etapas de acompanhamento e monitoramento, destacando como o progresso do projeto foi sistematicamente avaliado e ajustado conforme necessário.

3.2.1.1 Grupo Experimental

Conforme Sweet e Michaelsen (2012), Bolella *et al.* (2014), Krug *et al.* (2016) e Araújo (2023) nas etapas de preparação para o desenvolvimento da Aprendizagem Baseadas em Equipes para cada módulo ou “macrounidade” deve se garantir:

- **Contrato Didático:** breve exposição dos conteúdos previstos e objetivos de aprendizagem durante o módulo já planejado anteriormente pelo professor junto as atividades propostas.
- **Organização das equipes:** deve-se organizar equipes com componentes a partir de cinco alunos para o caso de faltas ao decorrer do curso não comprometerem o andamento, além disso, ressalta-se que é interessante reunir informações necessárias

para distribuir as equipes de forma igualitária, ou seja, distribuir alunos passivos e ativos uniformemente para não criar divisões e o efeito de sobra.

- **Pré-classe:** Os alunos são orientados a cumprir atividades direcionadas em relação ao conteúdo que transcorrerá em sala presencialmente. Dessa forma, será utilizada a Plataforma *online Edpuzzle* para o compartilhamento de vídeos interativos estipulados que estarão disponíveis individualmente para cada aluno, a disponibilização da atividade refere-se ao pré-classe, desse modo, limitado ao intervalo determinado pelo professor.
- **Garantia de preparo:** Ao chegar em sala, inicialmente, os alunos são submetidos a um Teste Individual de Garantia de Preparo (TiGP), posteriormente, em suas equipes, os alunos fazem novamente o mesmo teste, agora dominado como Teste em Equipe de Garantia de Preparo (TeGP), chegando a um consenso sobre as respostas da equipe. As equipes recebem feedback imediato sobre seu desempenho, de preferência sobre cada decisão tomada. Desse modo, é interessante que o teste seja curto e que as questões sejam básicas o suficiente para que um aluno que tenha lido o material se saia razoavelmente bem, mas com algumas perguntas desafiadoras o suficiente para que os alunos precisem de sua equipe.
- **Aplicação dos Conceitos:** caracteriza-se como a etapa de concretização do conhecimento, uma vez que, as atividades de aplicação devem estimular a discussão intraequipe e entre as equipes através da confrontação e conferência das percepções expostas e as suas decisões. Dessa forma, faz-se necessário o uso da abordagem 4-S conforme tabela abaixo.

Quadro 3 – Características da Abordagem 4-S

Abordagem 4-S	
Problema Significativo (<i>Significant problem</i>)	Os alunos devem trabalhar num problema, caso ou questão que demonstre a utilidade de um conceito já abordado anteriormente para que possam compreender o seu impacto.
Escolhas específicas (<i>Specific choice</i>)	Os alunos devem ser obrigados a utilizarem dos conceitos, dessa forma, o problema deve ser específico.
Problemas idênticos (<i>Same problem</i>)	Todas as equipes devem ser expostas ao mesmo problema, à vista disso, irá gerar uma preocupação sobre o que as outras equipes pensam sobre isso e se envolvam energeticamente uns com os outros no conteúdo do curso.
Respostas Simultâneas (<i>Simultaneous reporting</i>)	É importante que os relatos das equipes devem ser simultâneos para que as diferenças nas conclusões do grupo possam ser exploradas sem o risco dos alunos das equipes que fazem relatórios posteriores serem tentados a simplesmente concordar com o que foi dito por aqueles que relataram primeiro.

Fonte: Michaelsen; Sweet (2008) com adaptações da autora (2024).

- **Processo Avaliativo:** a avaliação entre pares é adaptativa podendo ser implementada de forma diferente de acordo com a instituição, departamento e disciplina. Esta avaliação é essencial pois se alunos sabem que fará parte de sua nota, é mais provável que eles interajam e se comportem da melhor forma durante o processo. Recomenda-se utilizar-se o feedback dos próprios colegas de equipe, afinal, este acompanhou sua evolução durante toda aula.

Levando-se em conta as características da metodologia acima, foram criadas e apresentadas como seriam as dinâmicas das aulas para o Grupo Experimental. Em relação ao contrato didático, ficou acordado que a formação das equipes não seria feita de maneira aleatória, pois, considerando-se uma sequência didática curta, a integração entre os colegas seria importante para o andamento das atividades. Dito isso, estabelecemos apenas os líderes das equipes para facilitar a comunicação e a coordenação durante as atividades em sala, bem como as pontuações. A partir daí, formamos as equipes de maneira linear e justa, de modo a não desbalancear a turma. Dessa forma, obtivemos equipes de 3 a 5 integrantes cada, na seguinte composição:

Quadro 4 – Equipes Turma Experimental

Equipe 1	Equipe 2	Equipe 3	Equipe 4	Equipe 5	Equipe 6
Líder 1	Líder 2	Líder 3	Líder 4	Líder 5	Líder 6
Integrante	Integrante	Integrante	Integrante	Integrante	Integrante
Integrante	Integrante	Integrante	Integrante	Integrante	Integrante
Integrante	Integrante	Integrante	Integrante	x	Integrante
x	x	Integrante	X	x	x

Fonte: elaboração própria, 2024.

Após a composição das equipes foi apresentado o *Google Classroom* para o acompanhamento do conteúdo de aula, em seguida, a Plataforma *Edpuzzle* onde foram inseridos os alunos individualmente sendo foco principal as resoluções de atividades pré-classe.

Figura 6 – Google Sala de Aula



Fonte: Elaboração própria, 2024.

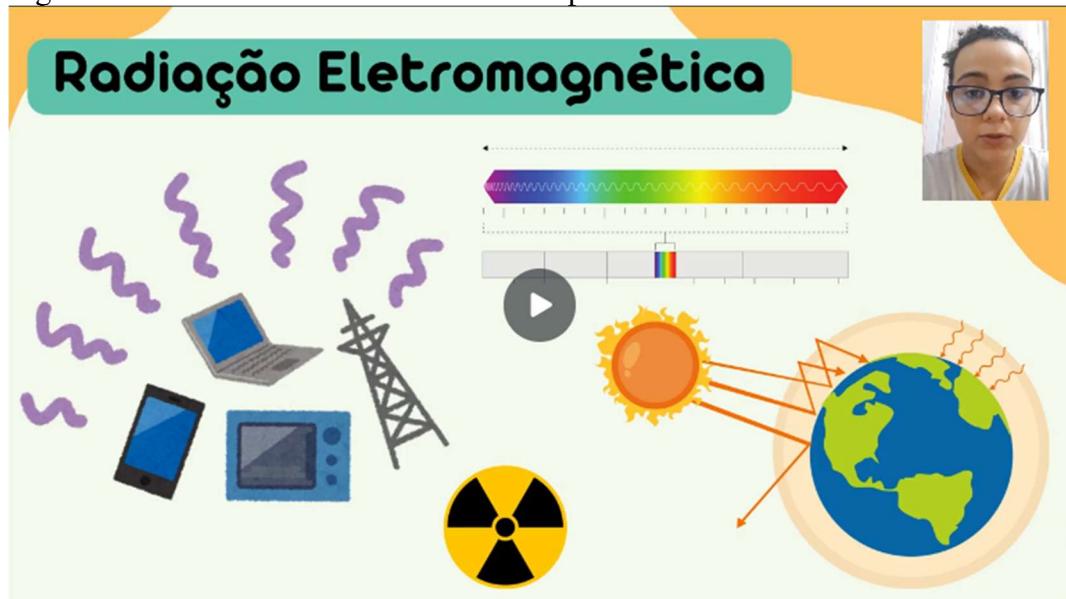
Com base no conteúdo programático, realizou-se uma seleção de atividades interativas gravadas de elaboração própria e que também se utilizou frações de videoaulas baseado na licença *Creative Commons* da plataforma *Youtube*, totalizando cinco arquivos em vídeo. A escolha das videoaulas teve como objetivo a introdução do conteúdo, sem abordá-lo de maneira integral, com a intenção de despertar a curiosidade dos alunos e, em caso de dúvidas, esclarecer durante as aulas presenciais. Os canais escolhidos foram:

- Kennedy Ramos
- Zophya
- Humor Quântico
- Ciência Todo Dia

A plataforma *Edpuzzle* possibilita a criação de recursos audiovisuais e dinâmicos com a inserção de vídeos de autoria própria ou de terceiros através do *Youtube* para uma atividade interativa. Após a seleção dos vídeos, realizou-se uma decupagem deliberadamente planejada para ser minimizada o tempo, com o intuito de manter a qualidade e atenção dos alunos evitando possíveis dispersões. As perguntas foram inseridas ao longo da videoaula, sendo obrigatória a resposta para o seu prosseguimento. Foram utilizadas perguntas caracterizadas por opções de múltipla escolha e verdadeiro ou falso.

A plataforma *Edpuzzle*, utilizada como suporte para a implementação da abordagem de sala de aula invertida, é um recurso pago, sendo acessado por meio de uma parceria com a instituição local de pesquisa. O acesso a plataforma se dá através do *email* institucional e cada usuário possui apenas uma tentativa de resposta para cada atividade. A atividade é programada pré-classe, o que implica ter uma data de início e fim definida. Por exemplo, se uma aula termina na terça-feira, às 16h, a atividade virtual pode ser disponibilizada na quarta-feira e ficar disponível até o meio-dia da terça-feira seguinte. Dessa forma, os alunos que não a completarem durante esse intervalo não terão mais acesso à atividade. A criação dessa norma estabelecida para laboração da atividade garante o interesse do aluno em cumprir no tempo hábil.

Figura 7 – Vídeo do Material Interativo Disponibilizado



Fonte: Edpuzzle com adaptações da autora, 2024.

Figura 8 – Pergunta Elaborada no Material Interativo Disponibilizado

PERGUNTA DE MÚLTIPLA ESCOLHA

Verdadeiro ou Falso: Portanto, a reflexão de onda é uma especificação em que uma onda encontra uma barreira ou uma superfície e, em vez de continuar a se propagar através dela, volta na direção direcionada.

☐ Falso

☐ Verdadeiro

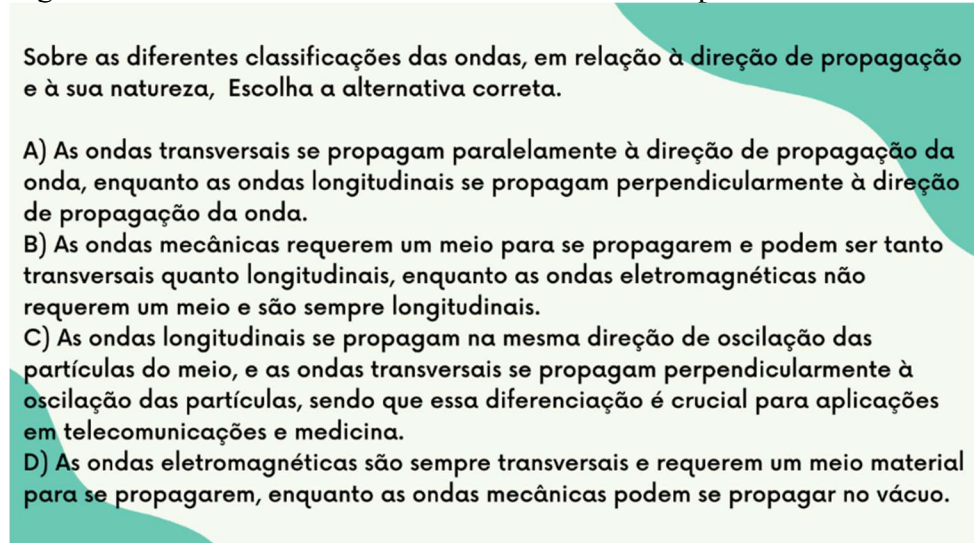
Fonte: Kennedy Ramos com adaptações da autora (2024).

Nas figuras 7 e 8, pode-se observar a visualização do conteúdo interativo disponibilizado aos alunos, contendo imagens gráficas e dinâmicas, além da autora expondo brevemente sobre o conteúdo, o que foi incluído como forma de qualificar ainda mais o material proposto. Junto à decupagem dos vídeos selecionados, foram incorporadas dinâmicas para incrementar a atividade. Os vídeos variavam de 3 a 8 minutos. As perguntas também são apresentadas ao longo do vídeo. Caso o aluno tenha dúvidas, ele pode assistir apenas ao intervalo específico em que não compreendeu bem e, em seguida, responder à questão

correspondente. Além disso, não é possível ignorar etapas ou simplesmente deixar o vídeo reproduzindo em segundo plano. Se o aluno alternar para outra aba em seu computador ou dispositivo, o vídeo será pausado automaticamente. Essa medida visa manter o foco mais concentrado e evitar a disseminação de informações em outras ferramentas no dispositivo do aluno.

Durante as aulas no Grupo Experimental, teve-se a garantia de preparação por meio do teste inicial. Nesse momento, os alunos são observados individualmente e, posteriormente, em suas equipes, após entrarem em consenso. Caso algum aluno não tenha realizado a atividade pré-classe, ao juntar-se à sua equipe, ele pode aprender com os colegas e compreender o contexto do conteúdo que não foi abordado. Além disso, ocorre a socialização dos conteúdos aprendidos individualmente, que são expostos dentro da equipe, enriquecendo ainda mais o aprendizado por meio do diálogo. Conforme apresentado na figura abaixo:

Figura 9 – Teste inicial sobre o material interativo disponibilizado



Sobre as diferentes classificações das ondas, em relação à direção de propagação e à sua natureza, Escolha a alternativa correta.

- A) As ondas transversais se propagam paralelamente à direção de propagação da onda, enquanto as ondas longitudinais se propagam perpendicularmente à direção de propagação da onda.
- B) As ondas mecânicas requerem um meio para se propagarem e podem ser tanto transversais quanto longitudinais, enquanto as ondas eletromagnéticas não requerem um meio e são sempre longitudinais.
- C) As ondas longitudinais se propagam na mesma direção de oscilação das partículas do meio, e as ondas transversais se propagam perpendicularmente à oscilação das partículas, sendo que essa diferenciação é crucial para aplicações em telecomunicações e medicina.
- D) As ondas eletromagnéticas são sempre transversais e requerem um meio material para se propagarem, enquanto as ondas mecânicas podem se propagar no vácuo.

Fonte: elaboração própria (2024).

O teste inicial, realizado no início da aula, durava cerca de 12 minutos. A pergunta, elaborada de forma equitativa e apresentada por meio de *slide*, trazia uma abordagem teórica com um problema significativo, incluindo conceitos específicos. As respostas eram dadas simultaneamente para garantir a identidade do processo. O *feedback* era fornecido após a exposição do conteúdo teórico, durante as aulas expositivas, e antes do início da revisão do conteúdo.

Após o teste inicial, as aulas expositivas e dialogadas eram realizadas por meio de slides, nos quais o conteúdo teórico era apresentado juntamente com simulações e experimentos que contribuíam para a compreensão dos conceitos. O uso desses recursos tinha a intenção de

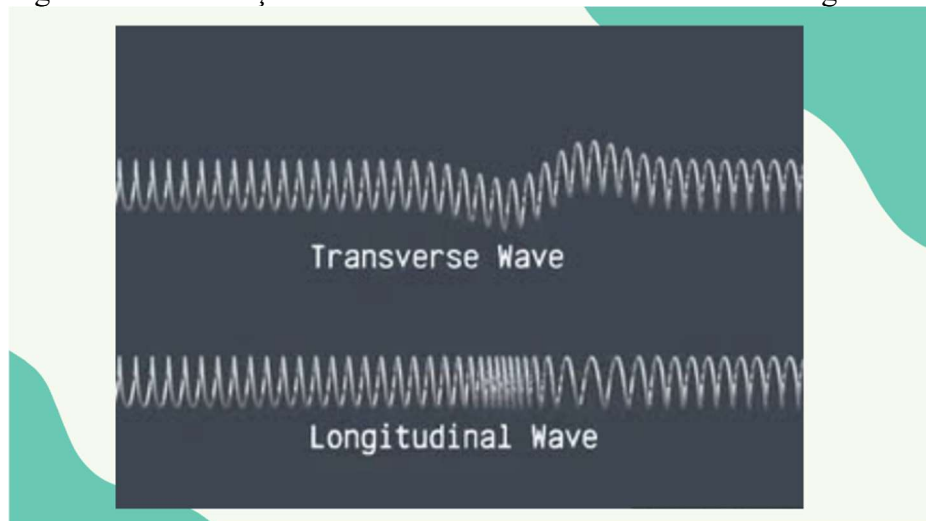
colaborar ativamente para o entendimento dos temas abordados. Conforme pode ser observado abaixo:

Figura 10 – Slide do material de aula sobre Ondas.



Fonte: elaboração própria (2024).

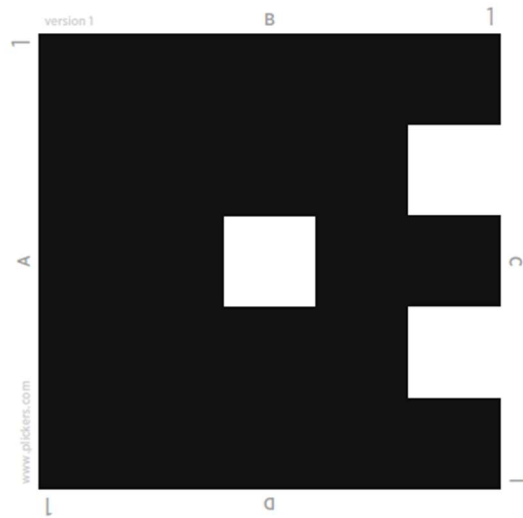
Figura 11 – Simulação de uma onda transversal e uma onda longitudinal



Fonte: UFMG (2024) com adaptações da autora (2024).

Após a exposição do conteúdo, retornava-se para o teste inicial, para compreender sobre o problema apresentado no início da aula e checar o entendimento e respostas das equipes que já tinham sido fornecidas posteriormente. Em seguida, a revisão auxiliava no acompanhamento das equipes formadas realizado por meio das atividades presenciais do conteúdo, utilizando a ferramenta *Plickers* para aplicação de testes. A ferramenta possibilita a ‘gamificação’ da atividade possibilitando inserir imagens, gif, vídeos para complemento dos argumentos elaborados. Disponibilizado os cartões *Plickers*, um para cada equipe. Os cartões (Figura 12) consistem em *Qr codes* de fácil leitura, representando as possíveis alternativas que os alunos podem escolher.

Figura 12 – Cartão Plickers para os alunos



Fonte: plickers (2024)

Neste método, os alunos deveriam selecionar sua alternativa com base nas orientações fornecidas e, após chegar a um consenso, em seu tempo limite, exibir as placas para que o docente possa fazer a leitura das respostas apresentadas através do aplicativo via smartphone. As perguntas foram disponibilizadas via slide conforme apresentado na Figura 13.

Figura 13 – Revisão de Conteúdo sobre Radiação Eletromagnética

Qual das seguintes técnicas é comumente utilizada para capturar informações sobre o universo?



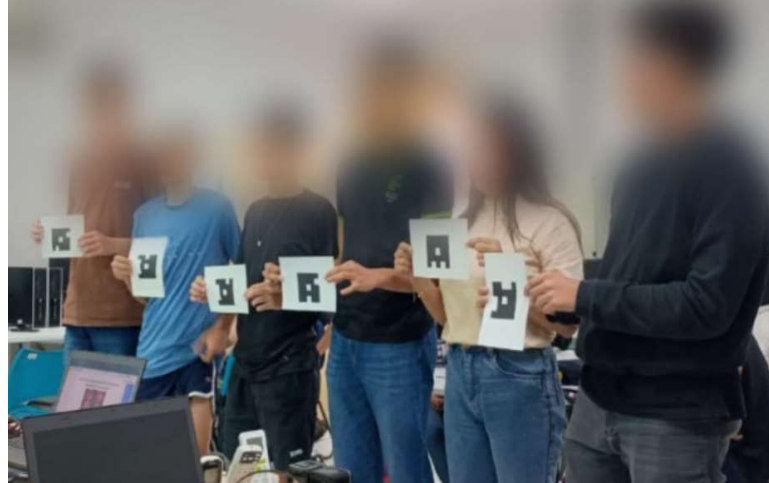
A Observação direta com telescópios apenas na luz visível. C Análise de ondas sonoras capturadas por dispositivos subaquáticos.	B Uso de telescópios para observar diferentes tipos de radiação eletromagnética. D Medição de variações na temperatura de superfícies de planetas por sondas terrestres.
---	--

Fonte: Plickers com adaptações da autora (2024).

Durante o desenvolvimento da atividade na resolução das questões, caso a média da turma seja inferior a 70%, o que pode ser visualizado através do recurso online, a autora intervia realizando uma breve recapitulação do conteúdo específico abordado. A leitura do QR code era

realizada pelo docente, um dos membros da equipe, que se posicionava à frente da sala e apresentava a alternativa escolhida. Como mostra a figura a seguir:

Figura 14 – Membros das seis equipes



Fonte: elaboração própria (2024).

As equipes foram classificadas através de *ranking* ao término de cada aula disponibilizado no grupo da turma através do *Whatsapp*. Os critérios de pontuação eram estabelecidos com base no desempenho das atividades presenciais. Os designados líderes, são alunos ativos e com boa desenvoltura, aptos a colaborar no diálogo do grupo para alcançar os objetivos das atividades propostas, bem como para promover a competitividade.

A avaliação do aluno considera sua nota individual por meio das atividades na plataforma *Edpuzzle* e também leva em conta sua nota em equipe. Dessa forma, pode-se calcular a nota por meio de uma média ponderada, considerando que o desempenho nas atividades individuais reflita seu aprendizado de maneira mais precisa. Temos que:

$$N = \frac{(Soma\ das\ atividades\ individuais) \cdot 3 + (Soma\ das\ atividades\ em\ equipe) \cdot 2}{5}$$

Em resumo, a dinâmica aplicada ao grupo experimental é ilustrada na Figura 15, a qual descreve detalhadamente os procedimentos e etapas seguidos durante a experiência.

Figura 15 – Dinâmica grupo experimental



Fonte: elaboração própria (2024).

A imagem ilustra a metodologia da sala de aula invertida em conjunto com a aprendizagem baseada em times. Os alunos estudam o conteúdo antes da aula (pré-classe), aplicam o conhecimento em atividades durante a aula e recebem feedback do professor. Depois, fazem a revisão para consolidar o aprendizado em grupo. Esse ciclo torna o ensino mais dinâmico e prazeroso.

3.2.1.2 Grupo Controle

A turma controle teve como metodologia o ensino tradicional. De acordo com Saviani (2005), o papel da educação é transmitir os conhecimentos acumulados ao longo da história da humanidade, e o ensino tradicional foi o meio que possibilitou essa transmissão. Desse modo, ocorreram as aulas expositivas dialogadas, de teor semelhante ao do Grupo Experimental, por meio de slides, experimentos e simulações. A revisão de conteúdo era realizada de forma individual, utilizando os *cards* no *Plickers*. Como mostra a figura a seguir:

Figura 16 – Atividade individual turma controle



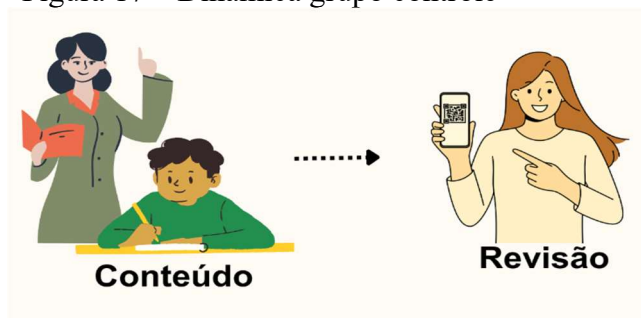
Fonte: elaboração própria (2024).

Quanto à avaliação, a nota era calculada a partir da média das atividades realizadas em sala de aula, com todo o material, como os slides, sendo disponibilizado posteriormente, por meio do grupo de contato no *WhatsApp* da turma. Nenhuma plataforma digital foi utilizada como base para o processo de material ou atividades pré e pós-aula; todo o conteúdo e as atividades eram apresentados durante os encontros. Dessa forma, podemos calcular a nota por meio de uma média simples, considerando o desempenho nas atividades em sala. Temos que:

$$N = \frac{\text{Soma das atividades individuais}}{\text{quantidade de atividades}}$$

Em resumo, a dinâmica do grupo controle é representada na Figura 17, que exibe de forma detalhada os passos e as etapas seguidos durante o desenvolvimento da experiência.

Figura 17 – Dinâmica grupo controle



Fonte: elaboração própria (2024).

A imagem ilustra um processo de aprendizado dividido em duas etapas: aquisição de conteúdo e revisão. No primeiro estágio, o docente orienta um aluno, representando a assimilação do conhecimento. No segundo estágio, o aluno utiliza um dispositivo com um *QR code*, empregando a tecnologia para revisar o conteúdo. A ilustração evidencia a revisão digital como um complemento ao estudo tradicional.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a apreciação e aprovação pelo Comitê de Ética, conforme o PARECER CONSUBSTANCIADO nº 6.638.563 (ANEXO A), iniciou-se a execução do projeto. Esta seção tem como objetivo apresentar e discutir os resultados obtidos na análise da pesquisa, com base nos dados coletados por meio dos instrumentos de avaliação aplicados no pré-teste e no pós-teste. Serão comparados os desempenhos das turmas do Grupo Experimental (GE) e do Grupo Controle (GC), a fim de verificar se as metodologias empregadas alcançaram o objetivo geral proposto, que é promover um ganho efetivo na aprendizagem.

4.1 Análise do questionário pré-teste

Os resultados do questionário prévio foram obtidos por meio da ferramenta *Google Formulário*, aplicado aos dois grupos de pesquisa. O objetivo do questionário era fornecer ao docente informações sobre possíveis lacunas ou deficiências em relação ao conteúdo previamente abordado ou ao conteúdo da unidade anterior da disciplina. O questionário consistia em 10 (dez) questões formuladas de maneira afirmativa, nas quais o aluno deveria indicar se cada afirmação era verdadeira ou falsa. Para garantir o acompanhamento adequado do progresso da atividade, o questionário foi administrado presencialmente no mesmo dia em que foi apresentado o contrato didático da disciplina. No grupo experimental houve um total de 15 pessoas responderam o pré-teste. No grupo controle 16 pessoas responderam o pré-teste.

As questões formuladas serão analisadas com base na Taxonomia de Bloom Revisada, a qual, conforme Ferraz e Belhot (2010), tem contribuído de maneira significativa para a classificação sistemática dos objetivos de aprendizagem. Esse instrumento pode ser utilizado para estruturar, organizar e planejar disciplinas, cursos ou módulos instrucionais, facilitando a definição de metas educacionais e a avaliação do desenvolvimento cognitivo dos alunos. A Taxonomia de Bloom foi proposta por Bloom *et al.* (1956) através dos seus estudos a taxonomia foi dividida em domínios específicos do desenvolvimento sendo três domínios: cognitivos, afetivo e psicomotor.

Na década de 1990, especialistas reuniram-se para revisar os pressupostos da teoria da Taxonomia de Bloom, à luz das novas publicações e avanços na psicologia educacional e na tecnologia. Os esforços culminaram, em 2001, na publicação de um relatório dessa revisão, que foi organizado no livro *Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: A Revision of Bloom's*

Taxonomy for Educational Objectives (Anderson; Krathwohl, 2001). Para se observar melhor a estrutura da Taxonomia de Bloom Revisada o quadro 5 apresenta a estrutura:

Quadro 5 – Estrutura do processo cognitivo na Taxonomia de Bloom Revisada.

CATEGORIA	DIMENSÃO DO PROCESSO COGNITIVO	SIGNIFICADO
6	CRIAR	Criação de trabalho original por parte do estudante, onde podem desenhar, construir, investigar e gerar novas ideias.
5	AVALIAR	Relacionado a realizar julgamentos baseados em critérios e padrões qualitativos e quantitativos ou de eficiência e eficácia. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Checando e Criticando.
4	ANALISAR	Fazer conexões entre ideias, diferenciar opiniões contrastantes, examinar novas evidências e conduzir experimentos para determinar a validade de uma hipótese.
3	APLICAR	Utilizam informação em situações novas como resolução de problemas, implementando planos de ação ou desenhando ideias, baseado em conhecimento prévio.
2	ENTENDER	Explicar ideias ou conceitos. Aqui eles usam habilidades como interpretação, classificação, comparação, síntese e inferência.
1	LEMBRAR	Esse nível de base da pirâmide inclui lembrança de conceitos básicos, como a habilidade de declarar, repetir ou memorizar fatos.

Fonte: Ferraz e Belhot (2010) e Araújo *et al.* (2023).

O quadro 5, que se refere à dimensão do processo cognitivo da Taxonomia de Bloom Revisada, mostra os diferentes níveis de complexidade cognitiva, desde tarefas mais simples, como lembrar informações, até as mais complexas, como criar algo novo (Araújo *et al.*, 2023). Esses níveis indicam o grau de desenvolvimento das habilidades cognitivas do aluno.

A dimensão do conhecimento, é apresentada no quadro 6, está relacionada ao tipo de conteúdo que o aluno aprende, como conhecimentos factuais, conceituais, procedimentais ou metacognitivos. Essas duas dimensões estão intrinsecamente conectadas, pois o nível de habilidade cognitiva alcançado depende do tipo de conhecimento que o aluno possui, sendo necessário um conhecimento adequado para que ele consiga realizar tarefas cognitivas mais avançadas.

Quadro 6 – Dimensões do conhecimento.

DIMENSÃO DO CONHECIMENTO	SIGNIFICADOS
FACTUAL	Consiste em conhecimento da terminologia e conhecimento de detalhes específicos e elementos.
CONCEITUAL	Abrange os conhecimentos de classificações e categorizações; conhecimento de princípios e generalizações; conhecimento de teorias, modelos e estruturas.

PROCEDURAL	É representado pelo conhecimento de habilidades específicos para a disciplina e conhecimento de técnicas e métodos específicas para a disciplina.
METACOGNITIVO	Contém as ideias de conhecimento estratégico; conhecimento sobre tarefas cognitivas, incluindo contexto apropriado e conhecimento condicional e autoconhecimento.

Fonte: Ferraz e Belhot (2010) e Araújo *et al.* (2023).

Assim, a integração entre a dimensão do processo cognitivo e a dimensão do conhecimento na Taxonomia de Bloom Revisada destaca a importância de alinhar o conteúdo a ser aprendido com os diferentes níveis de habilidades cognitivas que o aluno pode desenvolver. Esse alinhamento permite uma avaliação mais eficaz do aprendizado, porque delimita e garante os objetivos educacionais sejam cumpridos de forma progressiva e estruturada, promovendo um aprendizado significativo e duradouro. Abaixo, encontra-se o quadro de classificação das questões, considerando as perspectivas da taxonomia de Bloom revisada.

Quadro 7 – Classificação qualitativa questionário pré-teste.

Classificação das questões do pré-teste via taxonomia de Bloom revisada			
Enunciado		Dimensão do Processo Cognitivo	Dimensão do Conhecimento
1	‘Ondas transversais se propagam apenas em meios sólidos’	Entender	Conceitual
2	‘A frequência de uma onda é inversamente proporcional ao seu período’	Lembrar, Entender e Aplicar.	Factual, Conceitual e Procedural.
3	‘A interferência construtiva ocorre quando duas ondas se combinam de maneira a diminuir a amplitude resultante’	Lembrar, Entender e Aplicar.	Factual, Conceitual e Procedural.
4	‘A difração é um fenômeno que envolve a mudança na direção de propagação de uma onda ao passar por uma abertura ou obstáculo’	Lembrar, Entender e Aplicar.	Factual, Conceitual e Procedural.
5	‘O som é uma onda transversal’	Lembrar	Factual
6	‘As ondas eletromagnéticas, incluindo a luz, podem se propagar no vácuo’	Entender	Factual
7	‘A luz de uma estrela desvia para o vermelho quando se afasta da Terra, indicando um aumento em sua frequência’	Entender e Aplicar	Factual
8	‘O fenômeno conhecido como "redshift" é usado para determinar a velocidade de afastamento ou aproximação de corpos celestes’	Entender	Conceitual
9	‘As ondas gravitacionais são perturbações no espaço-tempo que se propagam à velocidade da luz’	Lembrar	Conceitual
10	‘A dispersão da luz, responsável pelo surgimento de um arco-íris, é um exemplo de interferência de ondas na atmosfera’	Entender e Aplicar	Procedural e Conceitual.

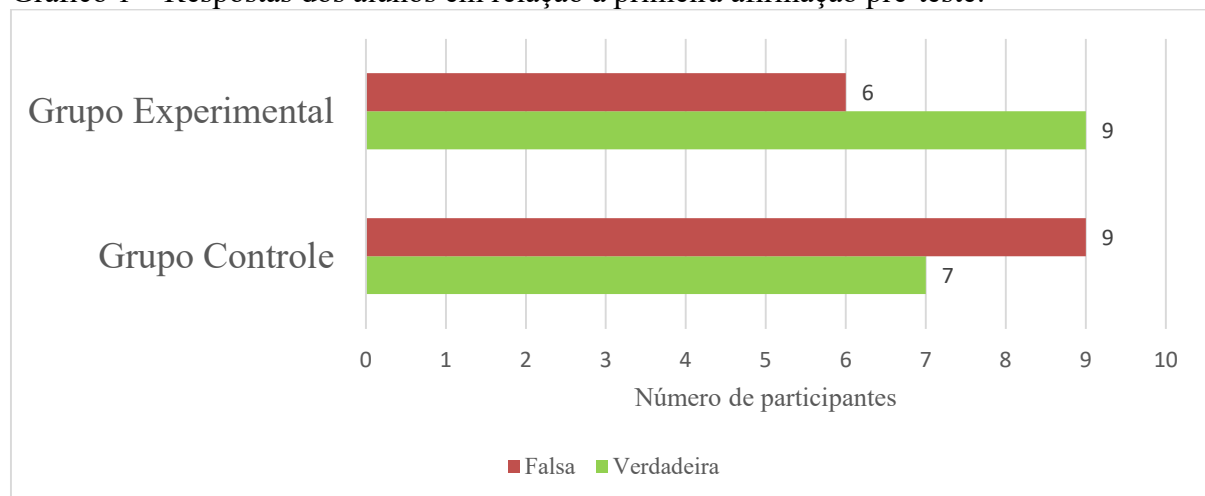
Fonte: elaboração própria.

Nas subseções a seguir, pretende-se explorar os detalhes dessa classificação, juntamente a uma abordagem teórica das questões, além de uma análise dos resultados de cada turma e seus respectivos percentuais de acertos em relação ao teste.

4.1.1 Análise da primeira pergunta do questionário pré-teste

A primeira afirmação foi formulada da seguinte maneira: "Ondas transversais se propagam apenas em meios sólidos". Nesse contexto, os alunos deveriam identificar se a afirmação é verdadeira ou falsa. A questão foi elaborada com o intuito de avaliar o entendimento dos alunos sobre o conceito de onda transversal e os meios em que esse tipo de onda pode se propagar. Sabe-se que as ondas transversais são um tipo de onda que se propaga em sólidos, líquidos e gases, além de poderem se propagar também no vácuo, como é o caso das ondas eletromagnéticas, que não necessitam de um meio material para sua propagação. A seguir, apresentam-se os resultados da investigação para cada turma:

Gráfico 1 – Respostas dos alunos em relação a primeira afirmação pré-teste.



Fonte: elaboração própria (2024).

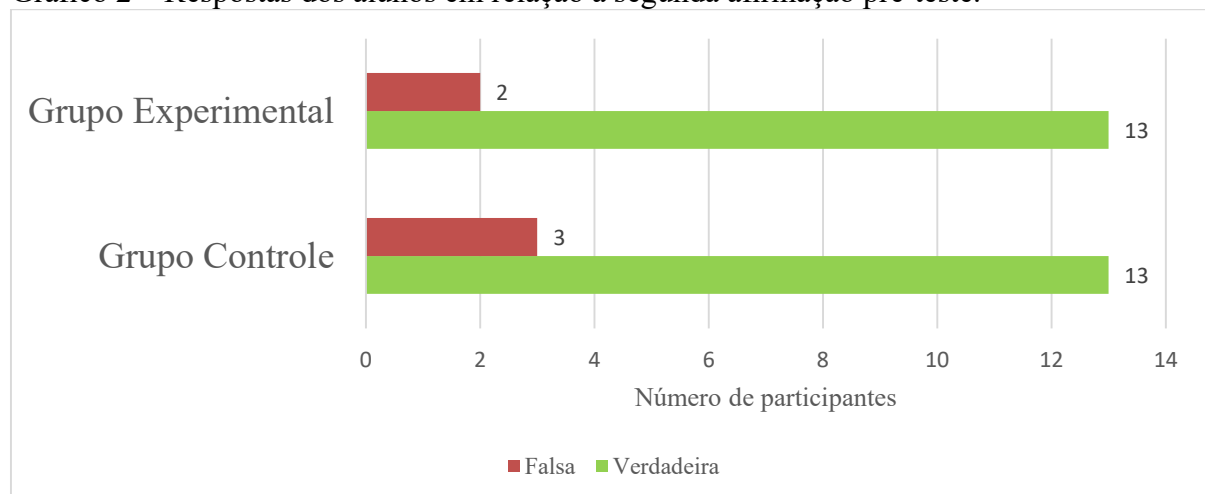
No grupo experimental, 6 alunos indicaram que a afirmação era falsa, enquanto 9 alunos afirmaram que a afirmação era verdadeira. No grupo controle, houve um melhor desempenho sendo 9 discentes indicaram que a afirmação era falsa, enquanto 7 discentes afirmaram que a afirmação era verdadeira. A pergunta pode ser categorizada segundo a Taxonomia de Bloom Revisada na dimensão do processo cognitivo como "Entender", pois ela exige que o aluno compreenda o conceito de ondas transversais e os meios nos quais elas se propagam. O aluno deve ser capaz de avaliar se a afirmação está correta ou não, o que implica um nível de compreensão sobre a natureza das ondas transversais e as propriedades dos diferentes meios

(sólidos, líquidos e gases). Na dimensão do conhecimento, essa afirmação pode se relacionar ao conhecimento conceitual, já que envolve a compreensão de conceitos científicos relacionados ao comportamento das ondas e suas condições de propagação.

4.1.2 Análise da segunda pergunta do questionário pré-teste

A segunda questão apresentava a seguinte afirmação: "A frequência de uma onda é inversamente proporcional ao seu período". Assim, os alunos precisariam compreender a relação entre frequência e período, sendo possível, ainda, estabelecer a relação matemática da proporcionalidade. Essa relação é de fato correta, pois, conforme o período de uma onda aumenta (ou seja, o tempo necessário para completar um ciclo), a sua frequência diminui, e vice-versa. Abaixo, apresenta-se os achados da segunda questão por turma:

Gráfico 2 – Respostas dos alunos em relação a segunda afirmação pré-teste.



Fonte: elaboração própria (2024).

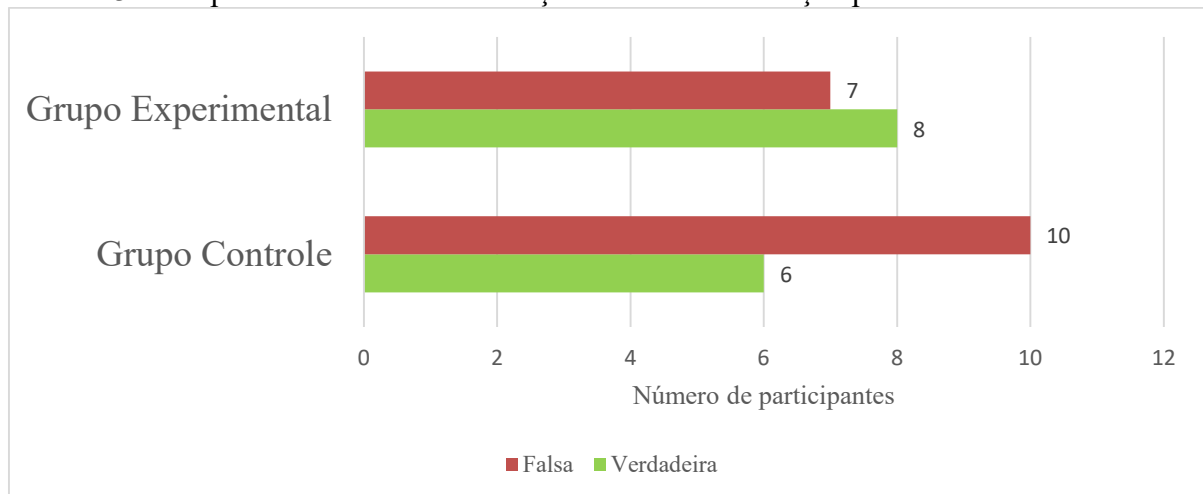
No grupo experimental, 13 alunos consideraram a afirmação verdadeira, enquanto 2 alunos a classificaram como falsa. De maneira similar, no grupo controle, 13 participantes indicaram que a afirmação era verdadeira, e 3 alunos a julgaram falsa. Embora a afirmação seja relativamente simples, ao analisá-la por meio da Taxonomia de Bloom Revisada, é possível dimensioná-la em diferentes níveis e dimensões do conhecimento. A relação entre a frequência e o período de uma onda está diretamente associada aos níveis cognitivos de Lembrar, Entender e Aplicar, uma vez que exige do aluno o domínio dos conceitos e a aplicação da relação matemática subjacente. Dessa forma, a afirmação se enquadra nas dimensões do conhecimento factual, conceitual e procedural, uma vez que envolve, respectivamente, o reconhecimento das

definições fundamentais, a compreensão da relação entre as grandezas e a habilidade de aplicar a fórmula pertinente para a resolução de problemas.

4.1.3 Análise da terceira pergunta do questionário pré-teste

A terceira pergunta afirma: "A interferência construtiva ocorre quando duas ondas se combinam de maneira a diminuir a amplitude resultante". Nesse contexto, espera-se que os discentes, com base em seu conhecimento prévio sobre o conceito de interferência e amplitude, bem como sobre os diferentes tipos de interferência, sejam capazes de responder. A afirmação está incorreta, pois, na interferência construtiva, as ondas se combinam de forma que as amplitudes se somam, resultando em uma amplitude maior. Os resultados se encontram no gráfico abaixo.

Gráfico 3 – Respostas dos alunos em relação a terceira afirmação pré-teste.



Fonte: Elaboração própria (2024).

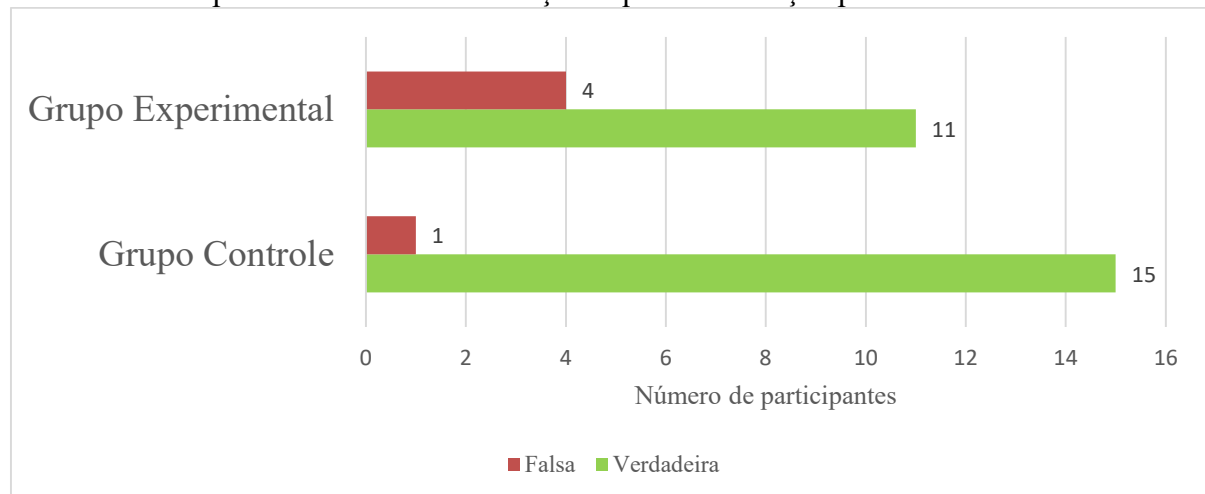
No grupo experimental, observou-se um equilíbrio nas respostas, com 8 alunos afirmando que o conceito apresentado estava correto e 7 indicando que a afirmação era falsa. No grupo controle, 10 alunos consideraram a afirmativa falsa, enquanto 6 alunos acreditaram que era verdadeira. Em relação as categorias qualitativas a luz da Taxonomia de Bloom revisada esta afirmação envolve principalmente os níveis de Lembrar, Entender e Aplicar, pois exige que os alunos recordem o conceito de interferência, compreendam como as ondas se combinam na interferência construtiva e apliquem esse conhecimento para avaliar a veracidade da afirmação. Além disso, a afirmação está associada ao conhecimento factual (definição de

interferência construtiva), conhecimento conceitual (teoria das ondas) e conhecimento procedural (aplicação da teoria em contextos específicos).

4.1.4 Análise da quarta pergunta do questionário pré-teste

A quarta pergunta envolvia conceito sobre fenômenos ondulatórios afirmando: “A difração é um fenômeno que envolve a mudança na direção de propagação de uma onda ao passar por uma abertura ou obstáculo”. De fato, a difração é um fenômeno que ocorre quando uma onda passa por uma abertura ou contorna um obstáculo, resultando em uma mudança na direção da propagação da onda. Mostra-se mais evidente em ondas que têm comprimentos de onda comparáveis ao tamanho da abertura ou do obstáculo. Em vista disso, os dados obtidos estão ilustrados no gráfico 4 abaixo.

Gráfico 4 – Respostas dos alunos em relação a quarta afirmação pré-teste.



Fonte: Elaboração própria (2024).

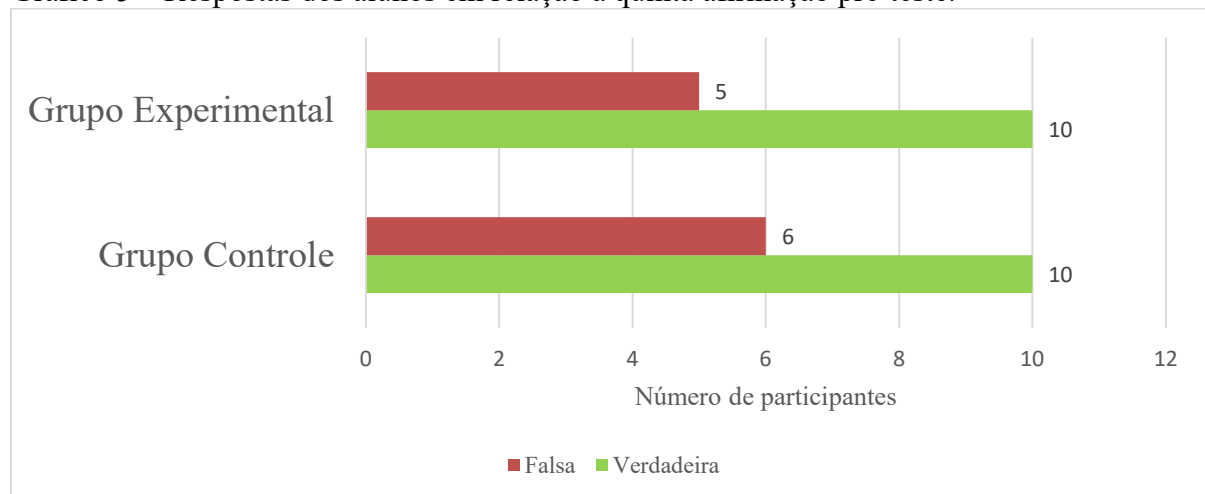
No grupo experimental, 11 alunos consideraram a afirmação verdadeira, enquanto 4 a classificaram como falsa. No grupo controle, 15 alunos afirmaram que o conceito era verdadeiro, enquanto apenas 1 discente indicou que a afirmação era falsa. A afirmação, pode ser relacionada aos níveis do processo cognitivo de Lembrar, Compreender e Aplicar, uma vez que exige que os alunos recordem o conceito de difração, compreendam seu funcionamento, ou seja, como uma onda altera sua direção ao interagir com uma abertura ou obstáculo, e apliquem esse conhecimento em contextos práticos. Além disso, abrange o conhecimento factual (definição de difração), o conhecimento conceitual (entendimento das condições que favorecem

a difração) e o conhecimento procedural (aplicação do conceito em experimentos ou situações práticas).

4.1.5 Análise da quinta pergunta do questionário pré-teste

A quinta questão, afirma de forma sucinta: "O som é uma onda transversal". Essa afirmação está equivocada, pois o som é, na realidade, uma onda longitudinal. Isso implica que as partículas do meio vibram na mesma direção em que a onda se propaga. Embora esse conceito possa parecer de fácil compreensão, observa-se que, em um contexto geral, os discentes demonstraram dificuldade em distinguir corretamente uma onda transversal e uma onda longitudinal. Conforme a seguir no gráfico 5.

Gráfico 5 – Respostas dos alunos em relação a quinta afirmação pré-teste.



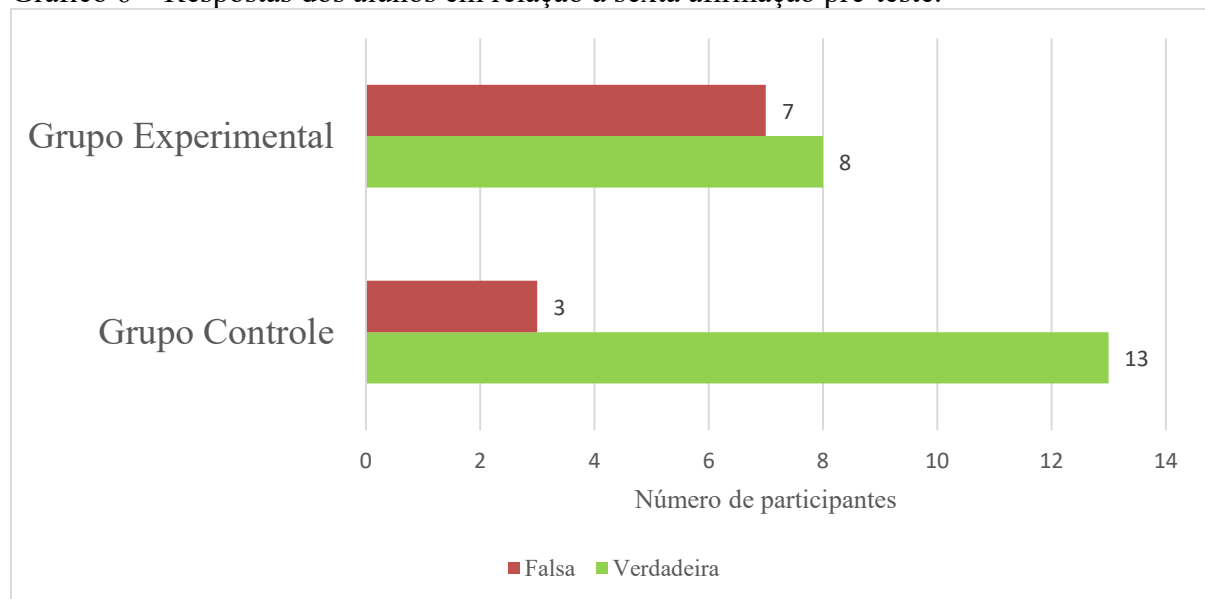
Fonte: Elaboração própria (2024).

Os resultados mostram que tanto o grupo experimental quanto o grupo controle 10 participantes afirmam que o conceito é verdadeiro, ou seja, correto. Em relação à ser um conceito incorreto, 5 alunos do grupo experimental consideraram-no falso, enquanto no grupo controle, esse número foi de 6. Pode ser categorizada na Taxonomia de Bloom Revisada no processo cognitivo de lembrar, pois exige que o indivíduo recupere uma informação sobre a natureza do som. A dimensão do conhecimento envolvida é o conhecimento factual dado que refere-se a afirmação que busca recordar um fato específico sobre o tipo de onda associada ao som.

4.1.6 Análise da sexta pergunta do questionário pré-teste

Da mesma forma, a sexta questão se relaciona com a afirmação de que "As ondas eletromagnéticas, incluindo a luz, podem se propagar no vácuo". Com efeito, essa afirmação está correta, pois as ondas eletromagnéticas, como a luz, são capazes de se propagar no vácuo. Verifica-se o entendimento dos alunos.

Gráfico 6 – Respostas dos alunos em relação a sexta afirmação pré-teste.



Fonte: Elaboração própria (2024).

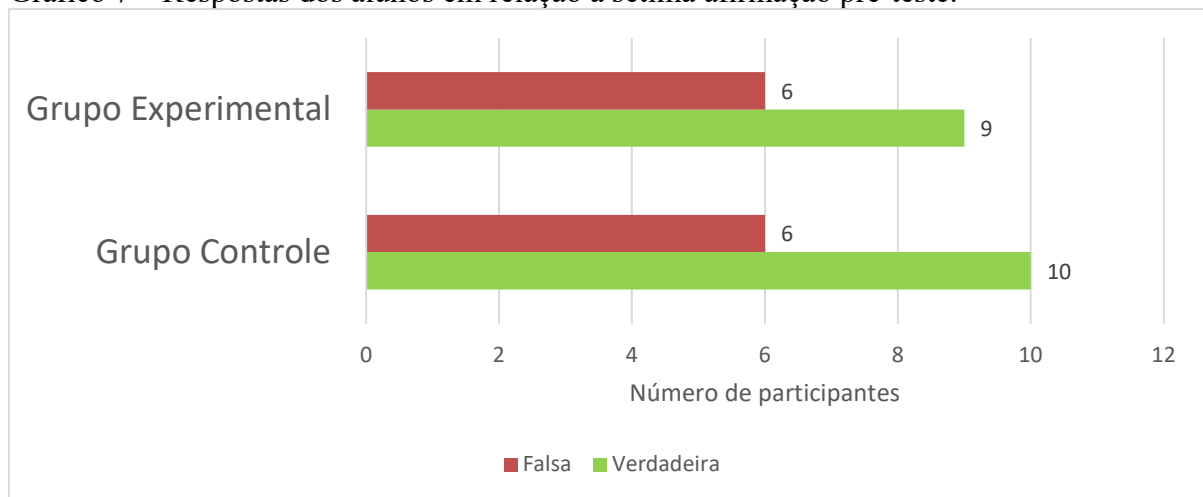
No gráfico acima, observa-se que o grupo controle obteve um desempenho superior, com 10 alunos indicando que a afirmação está correta e 3 considerando-a falsa. No grupo experimental, nota-se uma divergência de opiniões, com 8 alunos acreditando que a afirmação é verdadeira e 7 classificando-a falsa. Categoriza-se pela Taxonomia de Bloom Revisada na dimensão do processo cognitivo entender. Esse nível envolve a capacidade de compreender, explicar e interpretar conceitos. O processo cognitivo envolvido, nesse caso, é a interpretação do conceito de propagação das ondas eletromagnéticas no vácuo. Quanto à dimensão do conhecimento, a afirmação está associada ao conhecimento factual, pois descreve um fato específico sobre as propriedades das ondas eletromagnéticas.

4.1.7 Análise da sétima pergunta do questionário pré-teste

Com o intuito de avaliar os conhecimentos dos discentes em relação à sua aplicação na Astronomia, a sétima questão apresenta a seguinte afirmação: "A luz de uma estrela desvia para

o vermelho quando se afasta da Terra, indicando um aumento em sua frequência". Sabe-se que a luz de uma estrela desvia para o vermelho quando ela se afasta do observador (neste caso, a Terra), e esse afastamento provoca uma diminuição na frequência. Portanto, a afirmação acima é falsa. As turmas obtiveram um seguinte desempenho na questão de acordo com o gráfico.

Gráfico 7 – Respostas dos alunos em relação a sétima afirmação pré-teste.



Fonte: Elaboração própria (2024).

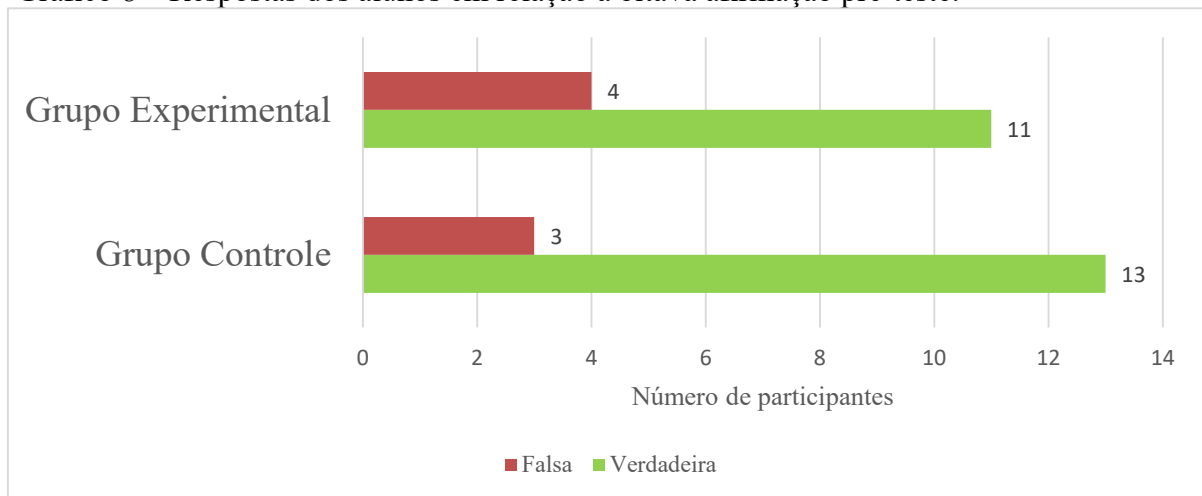
Tratando-se de um conhecimento específico relacionado à aplicação dos conceitos de Ondulatória na Astronomia, observa-se que, de modo geral, as turmas apresentaram desempenho insatisfatório na questão. No Grupo Controle, 10 alunos afirmaram que a afirmação era verdadeira, enquanto 6 a classificaram como falsa. No Grupo Experimental, 9 alunos consideraram a afirmação verdadeira, enquanto 6 a indicaram como falsa. Embora a afirmação envolva, no processo cognitivo, o entendimento do fenômeno, ela também exige a aplicação de um conceito físico (ondas, frequência, desvio para o vermelho) a uma situação específica da Astronomia, o que caracteriza tanto o entender quanto o aplicar. Quanto à dimensão do conhecimento, ela se relaciona ao conhecimento factual, pois descreve um fato específico sobre o comportamento da luz e sua relação com o movimento de afastamento, e ao conhecimento conceitual, já que trata da aplicação de conceitos físicos relacionados ao comportamento das ondas de luz.

4.1.8 Análise da oitava pergunta do questionário pré-teste

Ainda utilizando-se de conceitos da ondulatória na Astronomia a oitava afirmação é “O fenômeno conhecido como "redshift" é usado para determinar a velocidade de afastamento ou

aproximação de corpos celestes”. De certo modo, a afirmação está correta. O fenômeno conhecido como "redshift" (desvio para o vermelho) é utilizado para determinar a velocidade de afastamento de corpos celestes. Quando um objeto celeste, como uma estrela ou galáxia, se afasta da Terra, a luz emitida por ele sofre um desvio para o vermelho, ou seja, suas ondas de luz têm seu comprimento aumentado, o que indica que a frequência diminui. Esse desvio é utilizado para calcular a velocidade com que o objeto está se afastando, por meio do efeito Doppler. A seguir, apresenta-se os dados obtidos.

Gráfico 8 – Respostas dos alunos em relação a oitava afirmação pré-teste.



Fonte: Elaboração própria (2024).

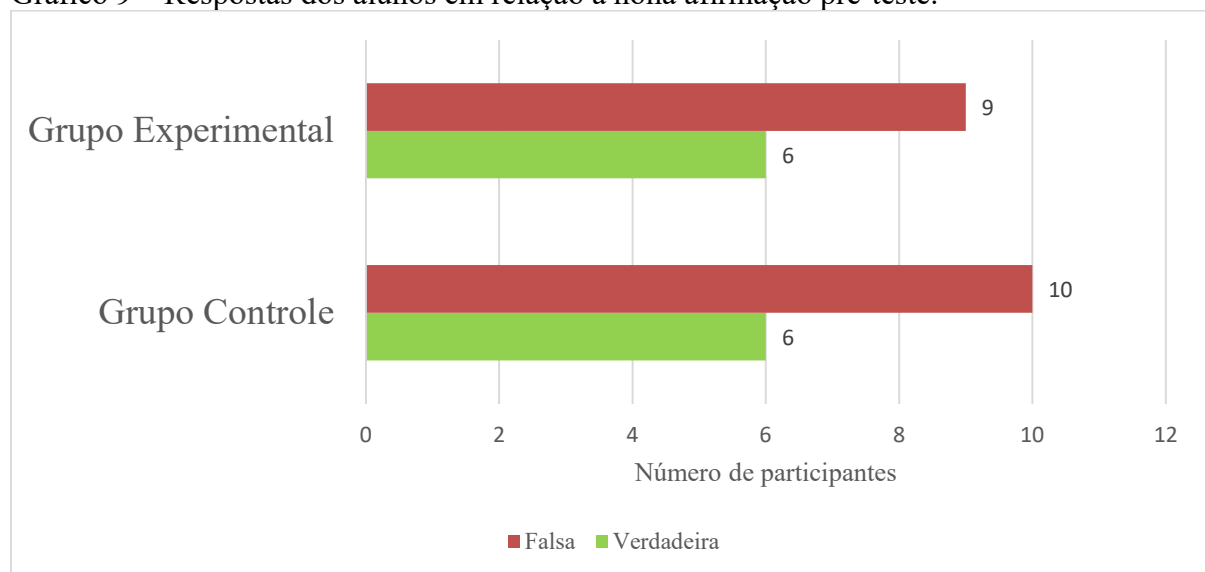
Diferentemente da questão subsequente, obteve-se um desempenho satisfatório em ambas as turmas. Na turma Controle, 13 alunos afirmaram que a questão é verdadeira, enquanto 3 consideraram-na falsa. No Grupo Experimental, 11 alunos indicaram que o conceito é verdadeiro e 4 o classificaram como falso. Desse modo, pode ser classificada na Taxonomia de Bloom Revisada no nível do Entender, pois exige que o aluno compreenda o conceito de *redshift* e saiba sua aplicação na determinação da velocidade dos corpos celestes. Em relação à dimensão do conhecimento, essa frase está vinculada à dimensão conceitual, uma vez que envolve a explicação de um fenômeno específico (o *redshift*) e seu uso em um contexto astronômico, o que exige o entendimento de teorias e modelos que explicam os fenômenos observados no espaço.

4.1.9 Análise da nona pergunta do questionário pré-teste

Na nona questão, tratou-se de um fenômeno relacionado à propagação de ondas na Astronomia, com a afirmação de que "as ondas gravitacionais são perturbações no espaço-

tempo que se propagam à velocidade da luz". Embora as ondas gravitacionais tenham uma natureza diferente das ondas eletromagnéticas, elas seguem o mesmo princípio de propagação à velocidade da luz, conforme inicialmente proposto pela Teoria da Relatividade Geral de Einstein. Esse princípio foi posteriormente confirmado pela primeira detecção direta de ondas gravitacionais, realizada pelo *Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory* (LIGO). Os resultados indicaram que, em ambas as turmas, prevaleceu a resposta de que as ondas gravitacionais não se propagam à velocidade da luz.

Gráfico 9 – Respostas dos alunos em relação a nona afirmação pré-teste.



Fonte: Elaboração própria (2024).

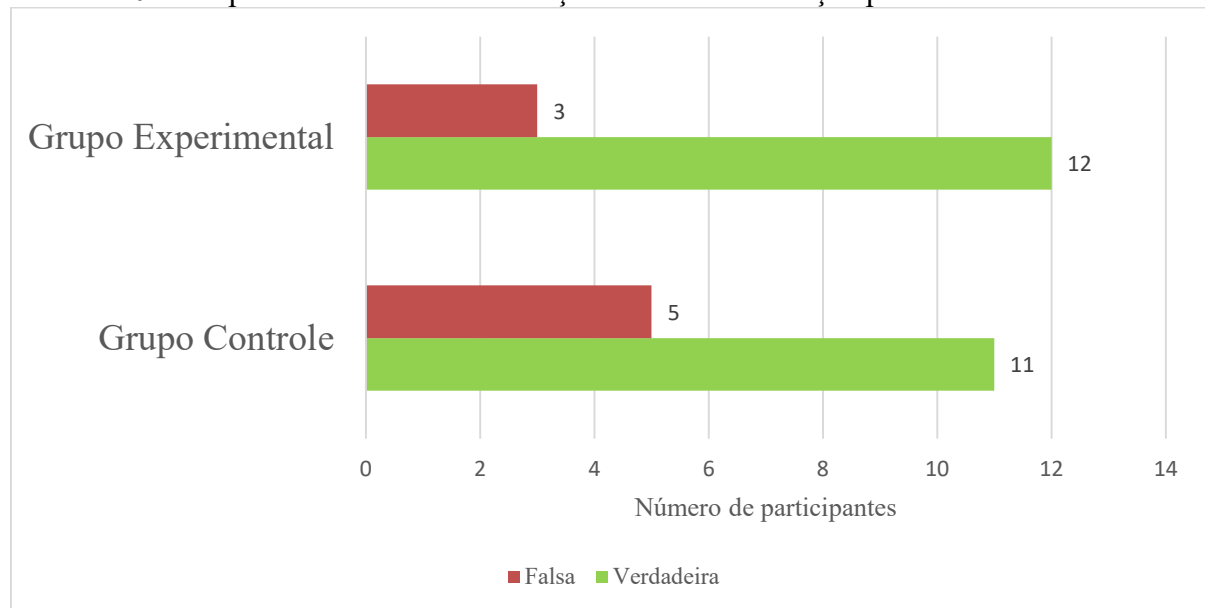
No Grupo Experimental, 9 participantes consideraram a afirmação falsa, enquanto 6 a consideraram verdadeira. No Grupo Controle, 10 participantes indicaram que a afirmação era falsa, e 6 a julgaram verdadeira. A alegação descreve um fato específico sobre as ondas gravitacionais, sem exigir uma análise ou aplicação profunda do conceito. Portanto, ela está associada à habilidade de lembrar informações sobre um fenômeno, o que caracteriza o nível mais básico da taxonomia. De modo que, envolve o entendimento de uma teoria ou fenômeno específico, caracterizando o conhecimento conceitual, que diz respeito a ideias, modelos, e princípios usados para compreender fenômenos e áreas do conhecimento.

4.1.10 Análise da décima pergunta do questionário pré-teste

Utilizando-se de um fenômeno ondulatório aplicado a um caso específico envolvendo a Astronomia a última questão do pré-teste afirmava que “A dispersão da luz, responsável pelo

surgimento de um arco-íris, é um exemplo de interferência de ondas na atmosfera”. Tem-se conhecimento que dispersão da luz responsável pela formação de um arco-íris não é um exemplo de interferência de ondas, mas sim de dispersão. Esse fenômeno ocorre quando a luz branca, ao passar por gotas de água na atmosfera, se separa em diferentes cores devido à variação no índice de refração para diferentes comprimentos de onda. Desse modo obteve-se o seguinte resultado:

Gráfico 10 – Respostas dos alunos em relação a décima afirmação pré-teste.



Fonte: Elaboração própria (2024).

Observou-se um desempenho inferior em ambas as turmas, embora o conteúdo tratasse de um conceito básico sobre interferência e a formação do arco-íris. No entanto, a questão também envolveu uma aplicação específica, que exigiu um conhecimento mais aprofundado, o que demonstrou a limitação do entendimento dos discentes. No grupo experimental, 12 alunos consideraram a afirmação verdadeira, enquanto 3 a classificaram como falsa. No grupo controle, 11 alunos a julgaram verdadeira, e 5, falsa. A presente afirmação se enquadra nas dimensões procedural e conceitual da Taxonomia de Bloom Revisada, uma vez que envolve o processo cognitivo de entender e aplicar um conceito físico a um caso específico da interferência de ondas na atmosfera.

4.2 Análise do questionário pós-teste

O questionário pós-teste foi elaborado com o mesmo número de questões do pré-teste, com o propósito de possibilitar uma comparação entre os resultados obtidos antes e após a realização das atividades propostas. A aplicação ocorreu no último encontro, sendo composto por 10 (dez) questões formuladas de maneira afirmativa, nas quais o aluno deveria indicar se cada afirmação era verdadeira ou falsa. No grupo experimental, 19 alunos participaram da aplicação, enquanto no grupo controle, 23 alunos responderam ao questionário. Além disso, o questionário também será analisado sob a mesma perspectiva qualitativa, com base na Taxonomia de Bloom Revisada. O quadro abaixo apresenta a categorização das questões, fundamentada nas perspectivas propostas pela taxonomia de Bloom em sua versão revisada.

Quadro 8 – Classificação qualitativa questionário pós-teste.

Classificação das questões do pós-teste via taxonomia de Bloom revisada			
Enunciado		Dimensão do Processo Cognitivo	Dimensão do Conhecimento
1	‘A amplitude de uma onda está relacionada à sua frequência’	Entender e Analisar	Factual
2	‘O som não pode se propagar no vácuo, pois requer um meio material para se deslocar’	Entender	Factual
3	‘A luz branca é composta por uma única frequência de onda’	Lembrar	Factual
4	‘A interferência construtiva ocorre quando duas ondas se combinam de maneira a aumentar a amplitude resultante’	Entender	Factual
5	‘A difração é um fenômeno que ocorre apenas com ondas sonoras e não com ondas eletromagnéticas’	Entender	Factual
6	‘A radiação cósmica de fundo é um exemplo de ondas eletromagnéticas emitidas durante o início do universo e ainda detectável hoje’	Entender	Factual
7	‘O efeito Doppler é uma mudança na frequência percebida de ondas, aplicado não apenas a luz, mas também as ondas sonoras provenientes de objetos celestes em movimento’	Lembrar e Entender	Conceitual
8	‘O "blueshift" é um fenômeno que ocorre quando a luz de um objeto celeste se desloca para o vermelho devido ao seu afastamento da Terra’	Lembrar e Entender	Conceitual
9	‘A luz polarizada proveniente de objetos astronômicos pode fornecer informações valiosas sobre propriedades do meio interestelar por onde ela passa’	Entender e Aplicar	Conceitual
10	‘A astrofotografia utiliza ondas eletromagnéticas para capturar imagens de objetos celestes, permitindo a visualização de detalhes que não seriam visíveis a olho nu’	Entender e Aplicar	Conceitual.

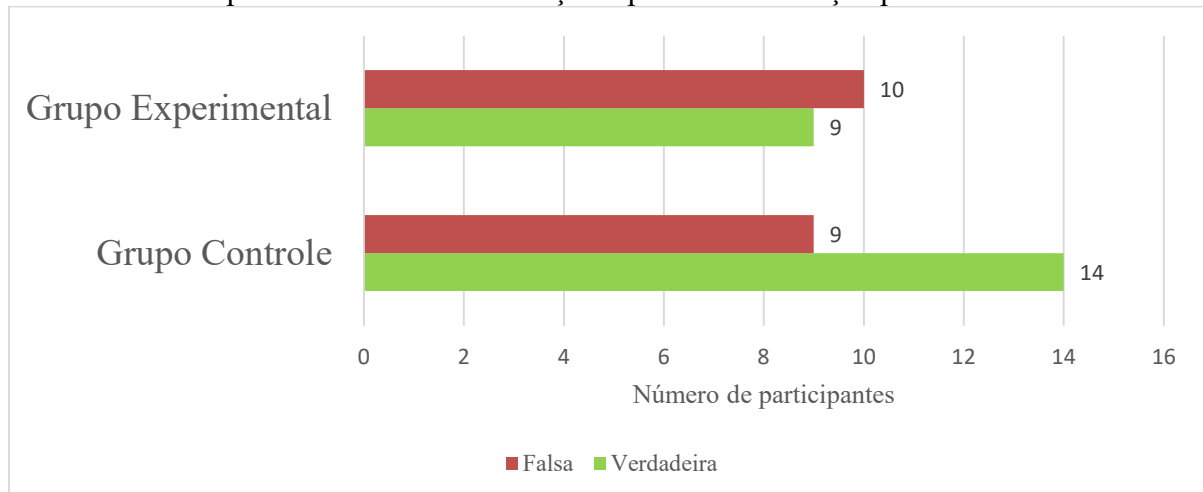
Fonte: Elaboração própria (2024).

Nas seções seguintes, objetiva-se aprofundar os aspectos dessa classificação, como feito anteriormente no pré-teste, integrando uma reflexão teórica sobre as questões e uma análise dos desempenhos de cada turma, destacando os índices de acertos em comparação ao teste aplicado.

4.2.1 Análise da primeira pergunta do questionário pós-teste

Em relação ao movimento ondulatório: “A amplitude de uma onda está relacionada à sua frequência”. As grandezas apresentadas no enunciado não estão diretamente relacionadas, portanto é falsa. A amplitude de uma onda está associada à sua intensidade ou à sua altura, ao passo que a frequência equivale ao número de ciclos ou oscilações que a onda realiza em um intervalo de tempo específico. Passa-se a observar a seguir os resultados dos alunos:

Gráfico 11 – Respostas dos alunos em relação a primeira afirmação pós-teste.



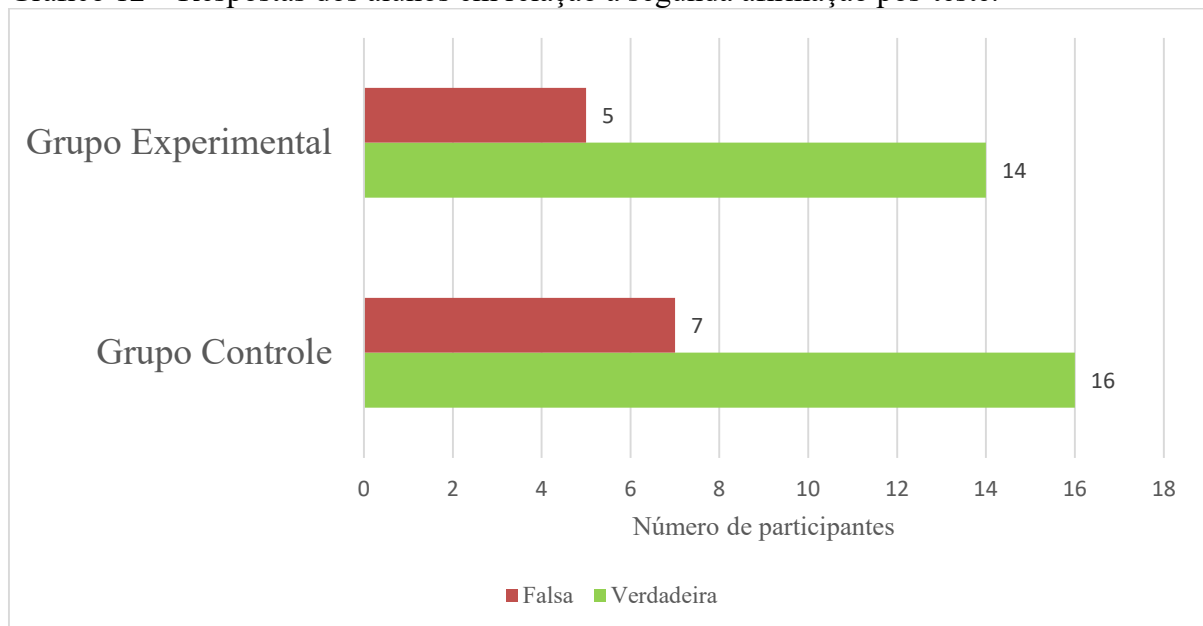
Fonte: Elaboração própria (2024).

No grupo experimental, 10 alunos assinalaram que a afirmação era falsa, por outro lado, 9 a julgaram verdadeira. No grupo controle, 9 alunos entendiam que a afirmação era falsa, e 14 a consideraram verdadeira. Enquadra-se na dimensão do conhecimento da Taxonomia de Bloom Revisada como conhecimento factual, pois envolve conceitos fundamentais sobre ondas, como amplitude e frequência. No entanto, a relação apresentada é incorreta, exigindo que o aluno compreenda e corrija. O processo de análise e distinção dos conceitos, além da identificação do erro, envolve habilidades do entender e analisar.

4.2.2 Análise da segunda pergunta do questionário pós-teste

O segundo enunciado abordava um conceito sobre onda sonora: “O som não pode se propagar no vácuo, pois requer um meio material para se deslocar”. Como o som é caracterizado como uma onda mecânica, essa afirmação foi assertiva ao relatar que ele necessita de um meio para se propagar. Dessa forma, os alunos obtiveram o seguinte desempenho:

Gráfico 12 – Respostas dos alunos em relação a segunda afirmação pós-teste.



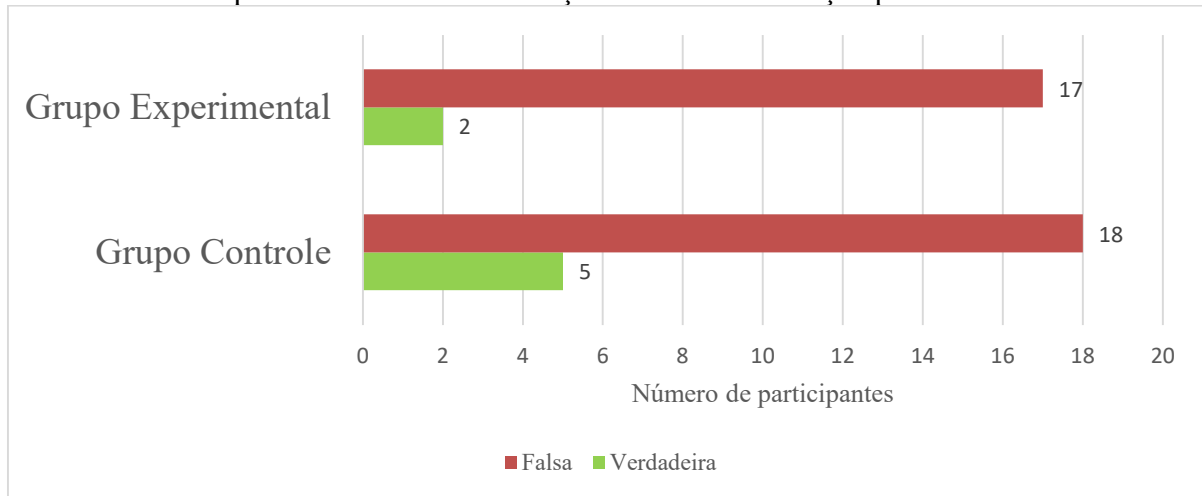
Fonte: Elaboração própria (2024).

Observa-se que, no grupo controle, 16 alunos consideraram o enunciado como verdadeiro, enquanto 7 alunos o classificaram como falso. No grupo experimental, 14 alunos afirmaram que o enunciado era verdadeiro, enquanto 5 alunos o consideraram falso. Considera a afirmação de acordo com a Taxonomia de Bloom Revisada no nível entender, pois exige que o aluno entenda o conceito do som como uma onda mecânica e a necessidade de um meio material para se propagar. Sobre a dimensão do conhecimento caracteriza-se como o conhecimento factual uma vez que descreve um fato específico sobre as características do som, sem envolver análise ou aplicação de conceitos mais complexos.

4.2.3 Análise da terceira pergunta do questionário pós-teste

A argumentação apresentada na terceira questão afirma que “A luz branca é composta por uma única frequência de onda”, o que é incorreto. Na realidade, a luz branca resulta da combinação de uma gama de frequências de ondas eletromagnéticas, as quais, ao interagirem, geram a percepção visual da luz branca. Os alunos responderam sobre este tema abaixo.

Gráfico 13 – Respostas dos alunos em relação a terceira afirmação pós-teste.



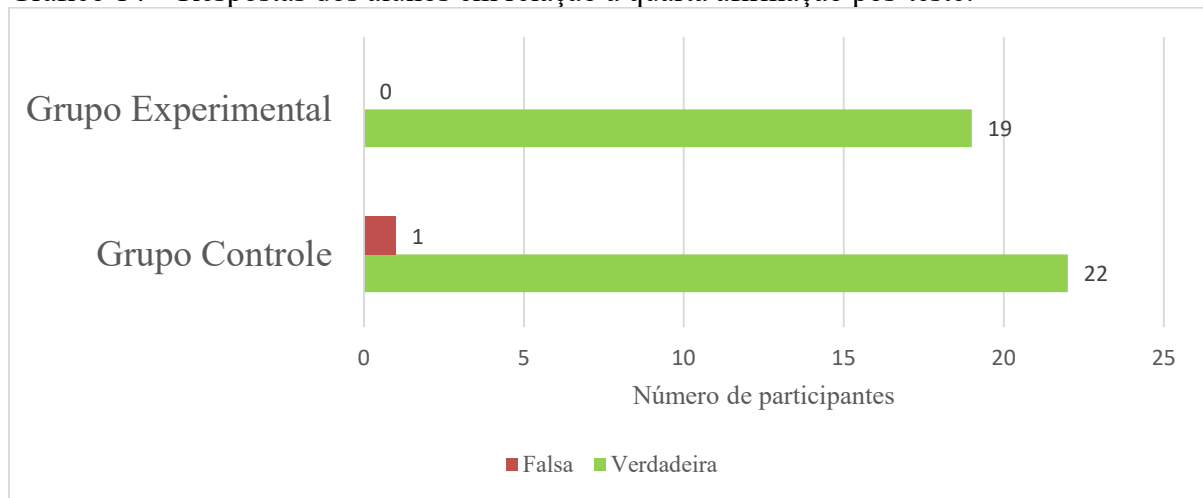
Fonte: Elaboração própria (2024).

No grupo experimental, observou-se um melhor desempenho, uma vez que houve um número menor de alunos marcando a alternativa errada: 17 alunos afirmaram que a afirmação era falsa, enquanto apenas 2 consideraram-na verdadeira. No grupo controle, 18 alunos classificaram a afirmação como falsa e 5 como verdadeira. Assim, pode-se ser classificada como um conhecimento factual no nível cognitivo de 'Lembrar'. Isso ocorre porque a frase apresenta uma afirmação sobre a luz branca que pode ser simplesmente memorizada e recordada, sem demandar um entendimento mais profundo ou análise crítica.

4.2.4 Análise da quarta pergunta do questionário pós-teste

A quarta afirmação apresenta um conceito sobre interferência, ao indicar que “A interferência construtiva ocorre quando duas ondas se combinam de maneira a aumentar a amplitude resultante”. Este conceito está correto, uma vez que a interferência construtiva ocorre quando as cristas (ou vales) de duas ondas coincidem, resultando na soma de suas amplitudes. Tal fenômeno leva à formação de uma onda de maior amplitude em comparação com as ondas individuais, sendo característico de ondas que estão em fase, ou seja, cujos picos e vales se encontram alinhados. Obteve-se resultados significativos como indicado na figura abaixo.

Gráfico 14 – Respostas dos alunos em relação a quarta afirmação pós-teste.



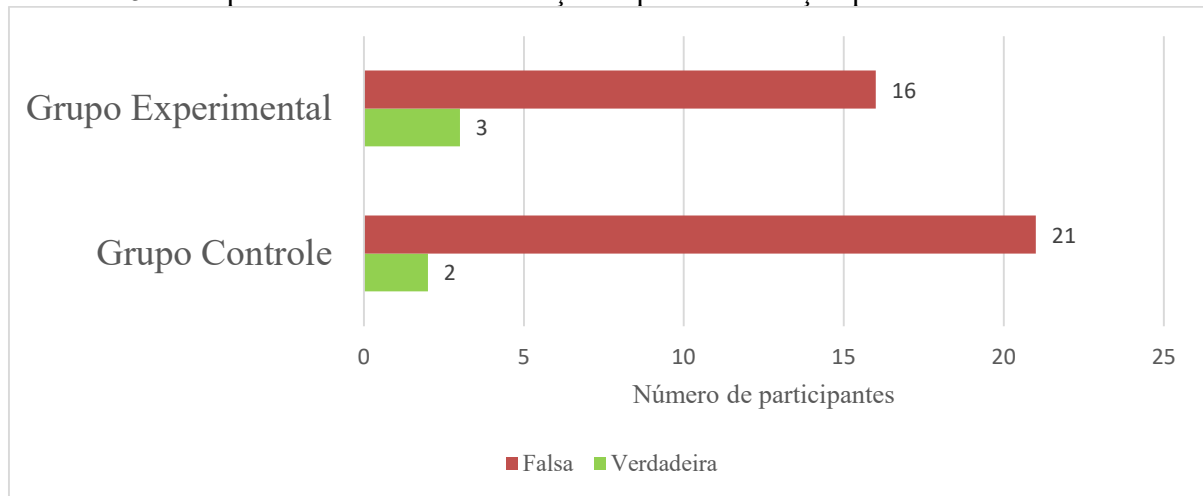
Fonte: Elaboração própria (2024).

No grupo experimental, todos os 19 alunos afirmaram que o conceito estava correto. No grupo controle, 22 alunos consideraram a afirmação verdadeira, enquanto apenas 1 aluno a classificou como falsa. É classificada no nível do processo cognitivo de entender, pois descreve o conceito de interferência construtiva, exigindo que o aluno compreenda como as ondas se combinam para aumentar a amplitude. Além disso, ela se encaixa na dimensão de conhecimento factual, pois transmite um fato específico sobre o fenômeno da interferência construtiva.

4.2.5 Análise da quinta pergunta do questionário pós-teste

Ainda tratando-se sobre fenômenos ondulatórios a quinta pergunta afirma “A difração é um fenômeno que ocorre apenas com ondas sonoras e não com ondas eletromagnéticas”. É de ciência que a difração não é restrita às ondas sonoras, a difração é a curvatura ou a propagação das ondas ao contornar obstáculos ou ao passar por aberturas. Esse fenômeno pode ser observado com vários tipos de ondas, incluindo ondas sonoras, luz (ondas eletromagnéticas) e até mesmo ondas na água. Os achados nas turmas foram que:

Gráfico 15 – Respostas dos alunos em relação a quinta afirmação pós-teste.



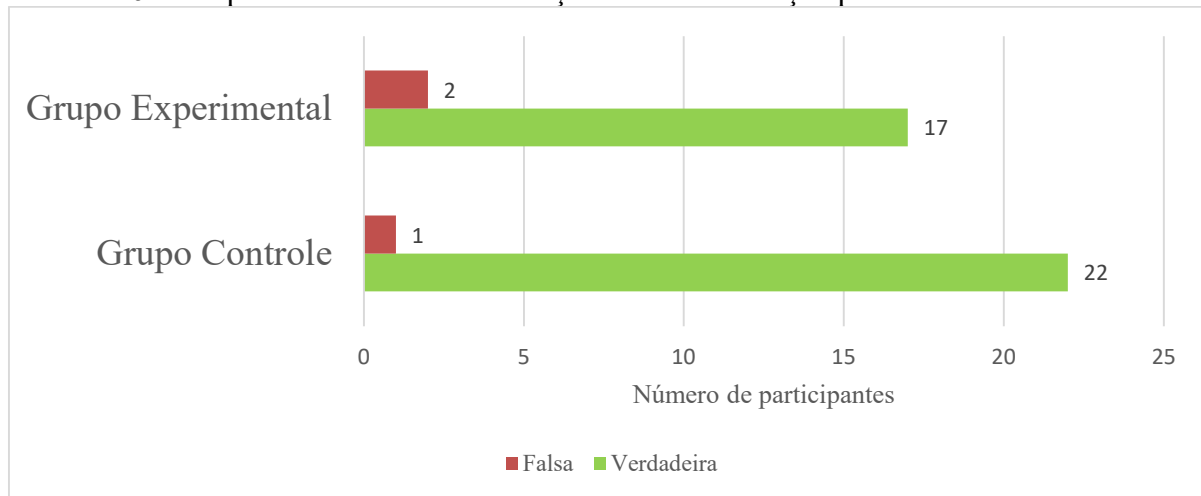
Fonte: Elaboração própria (2024).

Ambas as turmas apresentaram um desempenho considerável. No grupo controle, 21 alunos indicaram que o conceito apresentado era falso e 2 o consideraram verdadeiro. No grupo experimental, 16 alunos afirmaram que a afirmação era falsa e 3, verdadeira. corresponde, de acordo com a Taxonomia de Bloom Revisada, ao nível de entender, pois exige que o aluno entenda o conceito de difração e sua aplicação a diferentes tipos de ondas. Ademais, se insere na dimensão de conhecimento factual, uma vez que transmite uma informação incorreta, já que a difração ocorre tanto com ondas sonoras quanto com ondas eletromagnéticas.

4.2.6 Análise da sexta pergunta do questionário pós-teste

A sexta pergunta abordou um conceito interdisciplinar relacionado às ondas eletromagnéticas na Astronomia: "A radiação cósmica de fundo é um exemplo de ondas eletromagnéticas emitidas durante o início do universo e ainda detectável hoje". De fato, a radiação cósmica de fundo é uma forma de ondas eletromagnéticas emitidas aproximadamente 380.000 anos após o *Big Bang*, quando o universo esfriou o suficiente para permitir a propagação da luz. Ela permanece detectável até os dias atuais, fornecendo evidências essenciais do universo primitivo. A seguir, são apresentados os resultados da sexta questão, segmentados por turma.

Gráfico 16 – Respostas dos alunos em relação a sexta afirmação pós-teste.



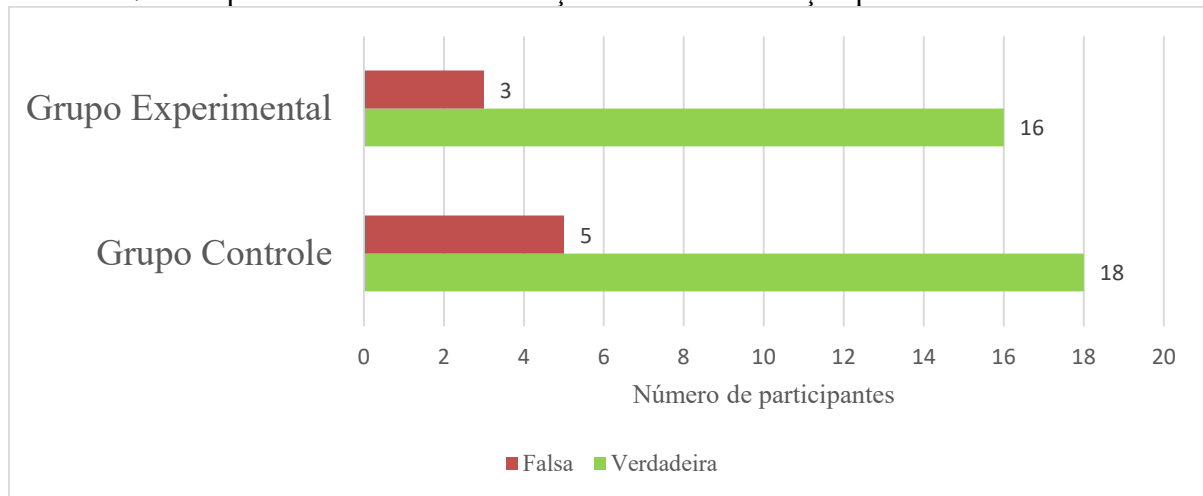
Fonte: Elaboração própria (2024).

O grupo controle obteve um melhor desempenho, com 22 alunos considerando que a afirmação era verdadeira, enquanto apenas 1 respondeu que era falsa. No grupo experimental, 17 alunos indicaram que a afirmação era verdadeira, enquanto 2 a classificaram como falsa. Quanto ao nível de conhecimento, a questão está inserida na dimensão de conhecimento factual, já que fornece uma informação objetiva sobre a natureza e a importância da radiação cósmica de fundo no estudo do universo. Classifica-se no processo cognitivo do entender, pois envolve a necessidade de entender tanto o comportamento das ondas eletromagnéticas quanto seu papel na explicação da origem do universo.

4.2.7 Análise da sétima pergunta do questionário pós-teste

Sobre os fenômenos ondulatórios aplicado a Astronomia a afirmação apontava “O efeito Doppler é uma mudança na frequência percebida de ondas, aplicado não apenas a luz, mas também as ondas sonoras provenientes de objetos celestes em movimento”. São de conhecimento que o efeito Doppler refere-se à mudança na frequência (ou comprimento de onda) percebida de uma onda quando a fonte da onda e o observador estão se movendo em relação um ao outro. Esse fenômeno pode ser observado tanto em ondas sonoras quanto em ondas eletromagnéticas, como a luz. Porém, é incorreto afirmar que as ondas sonoras podem ser provenientes de objetos celestes em movimento, pois as ondas sonoras não se propagam no vácuo, sendo necessárias para sua propagação a presença de um meio material. Devido à complexidade da questão, observa-se um resultado abaixo das expectativas em relação as turmas.

Gráfico 17 – Respostas dos alunos em relação a sétima afirmação pós-teste.



Fonte: Elaboração própria (2024).

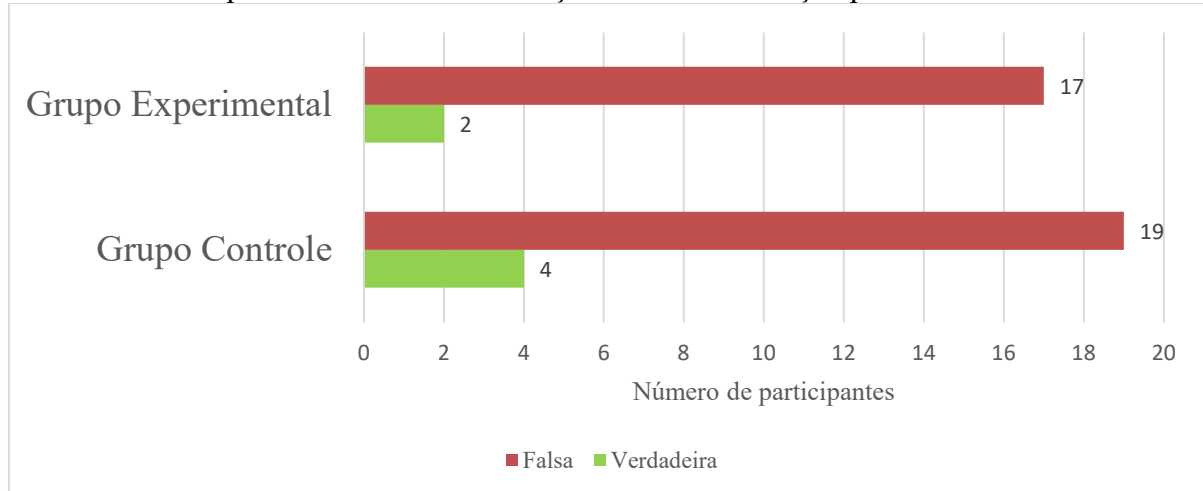
O grupo experimental teve 16 alunos que consideraram o enunciado como verdadeiro e 3 como falso. No grupo controle, 18 alunos acreditam que este enunciado seja verdadeiro, enquanto 5 indicaram que seria falso. A frase se encaixa principalmente nos dois primeiros níveis da Taxonomia de Bloom Revisada que é o lembrar e entender. Ao se deparar com o enunciado o estudante deve ter a capacidade de relembrar o conceito do efeito Doppler e suas aplicações básicas, assim como também demonstrar uma compreensão básica de como o efeito Doppler pode ser aplicado tanto à luz quanto ao som. Alinha-se com a dimensão do conhecimento factual, visto que, envolve o conhecimento de um conceito específico (efeito Doppler) e sua definição (mudança na frequência das ondas devido ao movimento relativo). A referência ao efeito Doppler sendo aplicado à luz e ao som também pode sugerir um conhecimento conceitual, pois envolve a compreensão básica das aplicações do conceito em diferentes contextos.

4.2.8 Análise da oitava pergunta do questionário pós-teste

Ainda sobre o efeito doppler aplicado as ondas eletromagnéticas a oitava afirmação diz que ‘O "blueshift" é um fenômeno que ocorre quando a luz de um objeto celeste se desloca para o vermelho devido ao seu afastamento da Terra’. É incorreto afirmar, pois o 'blueshift' ocorre quando a luz de um objeto celeste se desloca para o azul devido ao movimento do objeto em direção à Terra, o que diminui o comprimento de onda. Em contraste, o 'redshift' ocorre quando a luz de um objeto celeste se desloca para o vermelho devido ao afastamento desse objeto da Terra, resultando em um aumento no comprimento de onda. Assim, a questão apresentou um

conceito correto, mas com uma classificação errada, portanto, considera-se incorreta. Desse modo, os grupos responderam de acordo com o gráfico.

Gráfico 18 – Respostas dos alunos em relação a oitava afirmação pós-teste.



Fonte: Elaboração própria (2024).

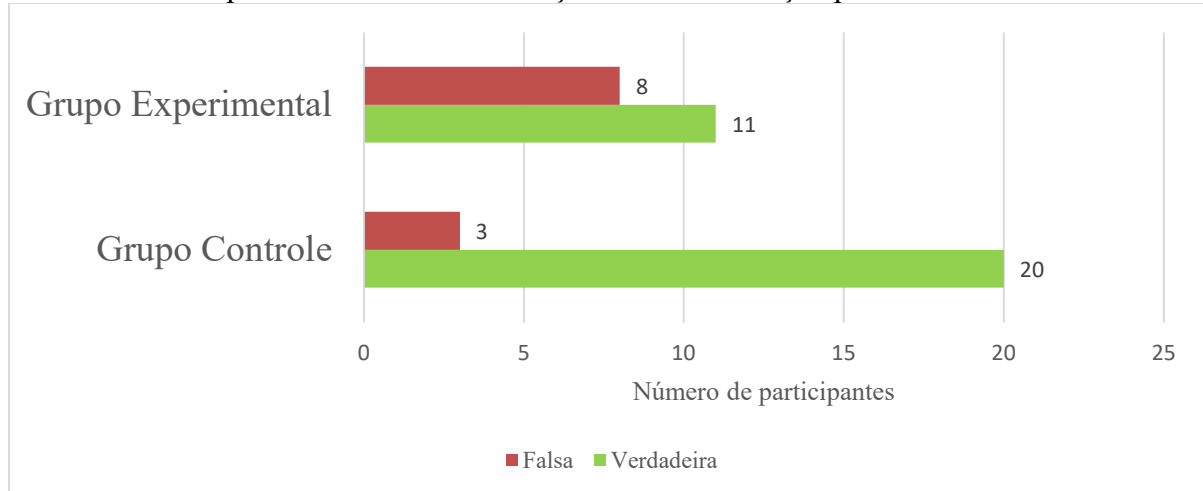
Ambas as turmas apresentaram um bom desempenho na distinção dos conceitos apresentados. No grupo experimental, 17 alunos classificaram a afirmação como falsa, enquanto 2 a consideraram verdadeira. No grupo controle, 19 alunos a classificaram como incorreta, enquanto 4 a consideraram verdadeira. Analisando a afirmação percebe-se que tem como classificação os níveis de lembrar e entender da Taxonomia de Bloom Revisada. Ela exige a recordação do conceito do blueshift, mas apresenta uma definição incorreta, pois descreve o redshift. É necessário entender o fenômeno, embora a explicação seja imprecisa. Considera-se também como o conhecimento conceitual pois necessita de um entendimento de um fenômeno relacionado ao comportamento das ondas de luz, um conceito central que é o do efeito doppler para a luz.

4.2.9 Análise da nona pergunta do questionário pós-teste

Sobre a captação de informações dos objetos celestes através das ondas eletromagnéticas a questão afirma “A luz polarizada proveniente de objetos astronômicos pode fornecer informações valiosas sobre propriedades do meio interestelar por onde ela passa.” A afirmação é correta pois a luz quando interage com o meio interestelar, como a poeira cósmica, ela pode ser polarizada devido a processos de dispersão ou absorção. A análise da polarização dessa luz ajuda os astrônomos a entender características do meio, como a densidade e a

distribuição de partículas, campos magnéticos e outras propriedades físicas que não seriam facilmente observadas de outra forma. A seguir, tiveram-se os seguintes achados:

Gráfico 19 – Respostas dos alunos em relação a nona afirmação pós-teste.



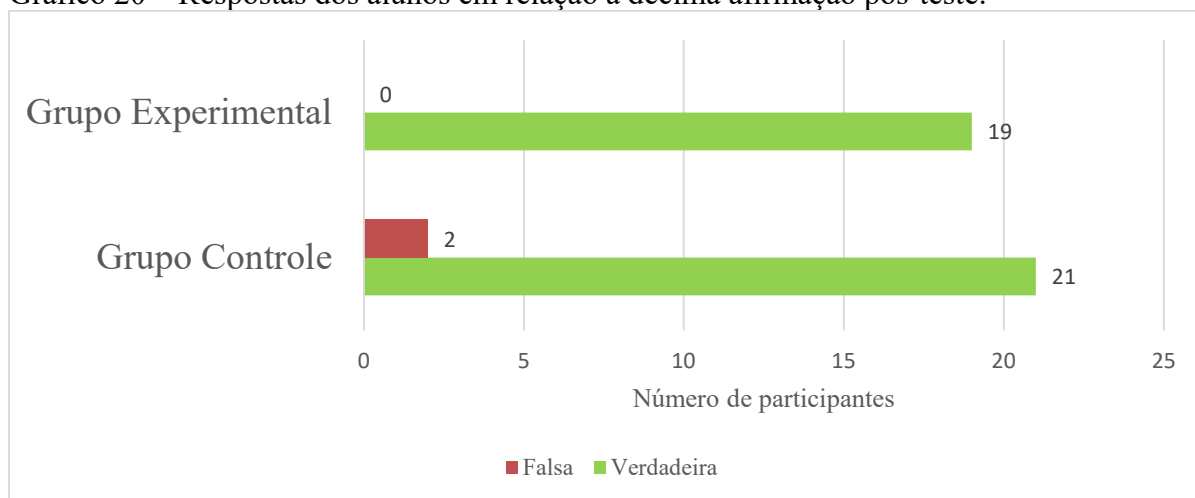
Fonte: Elaboração própria (2024).

O grupo controle obteve um desempenho superior, com 20 alunos considerando a afirmação verdadeira e 3, falsa. No grupo experimental, 11 alunos a julgaram verdadeira, enquanto 8 a classificaram como falsa. Considera-se como nos níveis de entender e aplicar da Taxonomia de Bloom Revisada, em consequente, demonstra compreensão ao explicar como a luz polarizada pode ser usada para entender as propriedades do meio interestelar. Além disso, sugere a aplicação desse conceito na análise de fenômenos astronômicos, utilizando a polarização da luz para investigar características físicas do espaço e de objetos celestes. Está sob a dimensão do conhecimento conceitual, pois envolve a compreensão de um conceito científico específico e suas aplicações.

4.2.10 Análise da décima pergunta do questionário pós-teste

Em relação a instrumentos de observação a última pergunta traz “A astrofotografia utiliza ondas eletromagnéticas para capturar imagens de objetos celestes, permitindo a visualização de detalhes que não seriam visíveis a olho nu”. A questão é assertiva pois a astrofotografia utiliza todo o espectro eletromagnético para capturar imagens dos objetos celeste, portanto, permite estudar fenômenos astronômicos com muito mais profundidade, fornecendo informações sobre a composição, temperatura, movimento e outras propriedades dos objetos no espaço. As turmas tiveram um bom desempenho como mostrado no gráfico abaixo.

Gráfico 20 – Respostas dos alunos em relação a décima afirmação pós-teste.



Fonte: Elaboração própria (2024).

O grupo experimental obteve um bom desempenho, com 19 alunos afirmando que o conceito estava correto. No grupo controle, 21 alunos consideraram a afirmação verdadeira, enquanto 2 a classificaram como falsa. A pergunta pode ser classificada nos níveis de entender e aplicar da Taxonomia de Bloom Revisada. Descrevendo o uso de ondas eletromagnéticas para capturar imagens de objetos celestes, o que exige compreensão do conceito de ondas e como elas funcionam. Além disso, a frase sugere a aplicação desse conceito para visualizar detalhes além da percepção humana, demonstrando como o conhecimento sobre ondas é utilizado na prática para estudar o espaço. Assim, envolve tanto entender o fenômeno quanto aplicá-lo em um contexto específico tratando-se de uma proposta interdisciplinar. Está na dimensão do conhecimento conceitual, à vista que, envolve entender como os diferentes tipos de radiação ajudam na observação astronômica.

4.3 Análise quantitativa dos testes

Conforme descrito na Seção 3, a pesquisa foi conduzida com duas turmas do ensino médio, denominadas grupo experimental (turma de Eletrotécnica, no 4º período, correspondente ao 2º ano) e grupo controle (turma de Informática, no 6º período, equivalente ao 3º ano), cursando a disciplina de Ondulatória Básica. Os pré-testes e pós-testes foram aplicados durante encontros presenciais, com a participação restrita aos alunos presentes nas aulas. Ressalta que, foram apresentadas as mesmas perguntas para ambas as turmas. Ambos os testes tinham caráter objetivo, com questões de verdadeiro ou falso. Os testes não atribuíram pontuação aos estudantes, com o intuito de que pudessem responder com sinceridade, refletindo seu conhecimento sobre o conteúdo.

Utiliza-se como técnica de avaliação quantitativa o Ganho de Hake que conforme Galhardi e Azevedo (2013, p. 195): “é obtido pela razão entre o ganho apurado pelo aluno e o máximo ganho possível com base em duas avaliações idênticas e na forma de testes múltipla-escolha - uma antes da apresentação do conceito (pré) e outra após (pós)”. A técnica é denominada 'ganho de Hake' em referência aos trabalhos de Hake (1998), que apresentou a expressão matemática por meio de uma abordagem estatística para calcular o ganho de aprendizagem a partir de testes aplicados em turmas de introdução à Física. Atualmente, é utilizada em estudos de Física que envolvem a aprendizagem ativa, com o objetivo de comprovar o ganho de aprendizagem (Silva; Sales; Braga, 2019; Coutinho Junior, 2021; Araújo; Ximenes, 2024). Desse modo, pode ser calculado por:

$$\text{Ganho de Hake} = g = \frac{(\%pós - \%pré)}{(100 - \%pré)} \quad (i)$$

Onde %pós representa a porcentagem de acertos no pós-teste, %pré refere-se à porcentagem de acertos no pré-teste, e g é o ganho normalizado, sendo 100 a porcentagem máxima de acertos. Desse modo, Hake (1998) define também as classes de ganho normalizado. Os ganhos normalizados podem ser subdivididos em três categorias: baixo (*Low-g*), médio (*Medium-g*) e alto (*High-g*). O ganho é considerado baixo quando o valor de g é inferior a 0,30. Um ganho médio ocorre quando g está entre 0,30 e 0,70. Já o ganho é classificado como alto quando g é igual ou superior a 0,70.

Portanto, coletando as informações do grupo controle o ganho normalizado será conforme o quadro abaixo.

Quadro 9 – Testes no Grupo Controle

Questionário	Pré-teste	Pós-teste
Número de alunos	16	23
Número de questões	10	10
% de acertos	60	75

Fonte: Elaboração própria (2024).

Utilizando a equação acima, obteve-se que o ganho normalizado para o grupo controle foi de $g = 0,38$, o que o classifica na classe de ganho médio, pois o valor de g está no intervalo entre 0,30 e 0,70. De mesmo modo, na tabela 6 serão apresentados os valores obtidos para o grupo experimental:

Quadro 10 – Testes no Grupo Experimental

Questionário	Pré-teste	Pós-teste
Número de alunos	15	19
Número de questões	10	10
% de acertos	51	75

Fonte: Elaboração própria (2024).

Com o cálculo do ganho normatizado, obteve-se o valor de $g = 0,49$, o que classifica o desempenho do grupo como um ganho de aprendizagem médio, uma vez que o valor de g se situa no intervalo entre 0,30 e 0,70. Dessa forma, conclui-se que o grupo experimental apresentou um desempenho superior em relação ao grupo controle. Ao analisar os resultados apresentados, é possível inferir que a combinação da metodologia da sala de aula invertida com a aprendizagem baseada em times teve um impacto significativo na aprendizagem dos estudantes.

A diferença de desempenho entre os grupos foi sutil e pode ser devido a três fatores principais. O grupo controle, composto por alunos do terceiro ano, já possuía maior maturidade acadêmica, reduzindo alguma vantagem do grupo experimental. Além disso, a curta duração da sequência didática (apenas cinco aulas) limitou o impacto da metodologia. Por fim, a adaptação ao novo formato de ensino (no grupo experimental) pode ter exigido mais tempo, pois se tratava de uma proposta diferente daquela à qual os alunos estavam habituados. A introdução imediata da metodologia pode ter dificultado a familiarização inicial, impactando o aproveitamento e, consequentemente, os resultados.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensino de Física no ensino médio enfrenta diversos desafios, particularmente no que diz respeito ao interesse inicial dos alunos. Para superar esses obstáculos, é fundamental adotar estratégias que estimulem o aspecto lúdico. Tais abordagens podem aumentar significativamente a motivação dos estudantes. Assim, essas práticas contribuem de maneira eficaz para a aprendizagem e o engajamento dos alunos. Outro aspecto que pode motivar os alunos é a utilização de abordagens interdisciplinares, integrando outras áreas do conhecimento, como foi o caso desta pesquisa, que utilizou a Astronomia.

No entanto, para a formulação de uma sequência didática, como a proposta no grupo experimental, que obteve maior ganho na aprendizagem calculado pelo viés estatístico, é fundamental considerar o aspecto profissional do professor. Sabe-se que o planejamento de aulas é, muitas vezes, limitado em termos de tempo. Para propor e organizar vídeo aulas, além de acompanhar e engajar os alunos em atividades virtuais antes das aulas, o professor precisa estar atualizado com as tecnologias atuais e dispor de tempo adequado para elaborar tais atividades.

Embora essas atividades possam ser reutilizadas em outras turmas, é necessário adaptá-las aos objetivos de aprendizagem específicos e revisar constantemente o projeto, a fim de aplicar métodos inovadores de ensino. No entanto, não se observa um apoio pedagógico adequado por parte da coordenação ou da direção das instituições para a implementação desse tipo de atividade. Isso está relacionado a uma série de fatores, incluindo a limitação dos recursos disponíveis, o que frequentemente exige que o professor providencie os materiais necessários devido à falta de estrutura da escola. Além disso, a pressão externa impõe inúmeras demandas à instituição, sobrecarregando o professor, que precisa conciliá-las com o tempo limitado em sala de aula. Também há a questão do currículo, que permanece extenso, fragmentado e pouco acessível. Como o professor possui uma carga horária extensa, o tempo disponível para criar, montar, publicar e monitorar atividades que realmente engajem os alunos é reduzido dentro da estrutura educacional atual.

Contudo, não foram observadas dificuldades por parte dos alunos no uso dos recursos digitais, uma vez que eles estão familiarizados com o ambiente virtual e demonstraram habilidade no manuseio das ferramentas. Ressalta-se que esses alunos apresentam um perfil específico, sendo, em sua maioria, oriundos da capital ou da região metropolitana. Somado a isso, passaram por um processo seletivo para ingressar e têm acesso a laboratórios e a toda a estrutura disponibilizada pela instituição, o que favorece seu desenvolvimento acadêmico. As

metodologias propostas destacaram tanto as qualidades quanto os desafios mais significativos dos alunos. No grupo controle, que utilizava a metodologia tradicional, observou-se um acompanhamento individual mais imediato, uma vez que as atividades eram realizadas em tempo real. No entanto, o estudo pré-classe, que poderia reforçar o conteúdo exposto, não estava presente. Alguns alunos relataram que o conteúdo abordado era considerado básico, dentro de um 'padrão', e que a aula era insuficiente para promover a abstração do conteúdo. Além disso, por serem avaliados presencialmente, os alunos tendiam a evitar faltar aos encontros, embora, em algumas ocasiões, chegassem atrasados, cientes de que a avaliação ocorria apenas durante a revisão de conteúdo, o que os levava a pedir auxílio aos colegas para responder às questões.

No grupo experimental, a aprendizagem baseada em equipes promoveu a socialização entre os colegas e gerou uma competição saudável entre as equipes. No entanto, uma das equipes apresentou participação irregular, com a maioria de seus membros desistindo da disciplina. Os que permaneceram, quando compareciam às aulas, frequentemente chegavam atrasados, o que comprometeu o rendimento durante a revisão de conteúdo, uma vez que, por ser uma atividade competitiva, os outros membros de outras equipes não buscavam auxiliar. De igual modo, alguns alunos percebiam que sua pontuação em grupo já estava garantida devido ao empenho de colegas mais engajados nas apresentações e nas atividades pré-classe, o que resultava em um aproveitamento desigual das tarefas. As atividades virtuais propostas se mostraram enriquecedoras, especialmente quando os alunos chegavam à sala de aula discutindo experimentos ou conceitos abordados no pré-classe e esclarecendo dúvidas. Vale ressaltar que a participação apenas em equipe não determinava as pontuações gerais, sendo o cálculo da nota pensado para mitigar essas possíveis desigualdades ao longo do projeto.

Apesar dos desafios ao longo do processo, é relevante observar que há uma escassez de pesquisas na literatura que proponham métodos ativos no ensino de Física, especificamente aplicando aspectos interdisciplinares da Ondulatória básica na Astronomia, de forma teórica, com explicações e problematizações voltadas para alunos do ensino médio em instituições públicas. De modo geral, o presente estudo configura-se como uma contribuição inicial para essa área, evidenciando ganhos significativos no aprendizado dos estudantes por meio da Aprendizagem Baseada em Times, em conjunto com a Sala de Aula Invertida, proposta neste contexto. Ressalta-se, portanto, a importância de reavaliar as práticas pedagógicas convencionais e explorar propostas interdisciplinares. A pesquisa aponta para a necessidade de integrar métodos inovadores e tecnologias educacionais, com o objetivo de fomentar o engajamento dos alunos e promover um ambiente de aprendizagem mais enriquecedor e eficaz.

REFERÊNCIAS

- AMIEL, T.; OREY, M.; WEST, R. Recursos Educacionais Abertos (REA): modelos para localização e adaptação. **ETD-Educação Temática Digital**, Campinas, v. 12, p. 112-125, 2011.
- AMIEL, T.; SANTOS, K. Uma análise dos termos de uso de repositórios de recursos educacionais digitais no Brasil. **Revista Trilha Digital**, São Paulo, v. 1, n. 1, 2013.
- ANDERSON, L. W.; KRATHWOHL, D. R. **A taxonomy for learning, teaching, and assessing**: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. Addison Wesley: Longman, Inc., 2001.
- ARAÚJO, A. C. S. **O ensino da Origem do Universo no ensino médio à luz da Aprendizagem Baseada em Equipes**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Fortaleza, 2023.
- ARAÚJO, A. C. S.; XIMENES, D. M.; ROMEU, M. C. Experimento de Young: uma análise através do ganho de Hake. **REAMEC-Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, Manaus, v. 12, p. e24058-e24058, 2024.
- ARAÚJO, A. C. S.; DAMASCENO JÚNIOR, J. A.; CAVALCANTE ROMEU, M. Introdução à Astronomia no ensino fundamental: análise da team-based learning como estratégia facilitadora de ensino. **Revista Prática Docente**, Mato Grosso, v. 7, n. 3, p. e22061, 2022.
- ASSMANN, H. **Redes digitais e metamorfose do aprender**. Petrópolis: Vozes, 2005.
- BARROS, L. G.; ASSIS, A.; LANGHI, R. Proposta de construção de espectroscópio como alternativa para o ensino de Astronomia. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Campinas, v. 33, n. 3, p. 1026-1046, 2016.
- BIELSCHOWSKY, C. E. Tecnologia da informação e comunicação das escolas públicas brasileiras: o programa Proinfo Integrado. **Revista e-curriculum**, Paraíba, v. 5, n. 1, 2009.
- BISCUOLA, G. J.; DOCA, R. H.; VILLAS BÔAS, N. **Tópicos de física**: volume 3. São Paulo: Saraiva, 2012.
- BLOOM, B. S. *et al.* **Taxonomy of educational objectives**. New York: David McKay, 1956.
- BOLLELA, V. R. *et al.* Aprendizagem baseada em equipes: da teoria à prática. **Medicina**, Ribeirão Preto, v. 47, n. 3, p. 293-300, 2014.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília: Ministério da Educação, 2018.
- BRASIL. **Pesquisa revela resposta educacional à pandemia em 2021**. gov.br, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/assuntos/noticias/censo-escolar/pesquisa-revela-resposta-educacional-a-pandemia-em-2021>. Acesso em: 25 jan. 2025.

BUSARELLO, R. I. **Gamification**: princípios e estratégias. São Paulo: Pimenta Cultural, 2016.

CALÇADA, C. S.; SAMPAIO, J. L. **Eletricidade**. São Paulo: Atual Editora, 1998.

CARPES JUNIOR, W. P. **Aula 13**: Corrente de deslocamento e lei da Ampère na forma local (diferencial). Plataforma Youtube, 2023. Disponível em:

<https://www.youtube.com/watch?v=PrNH9lkbNoo>. Acesso em: 20 de novembro de 2024.

CAVALCANTE, A. A.; MOREIRA, M. M. P. C.; SALES, G. L. Uma proposta de objeto digital de aprendizagem para o ensino de ondas sonoras. **Research, Society and Development**, Brasília, v. 8, n. 6, p. e586982, 2019.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista brasileira de educação**, Rio de Janeiro, n. 22, p. 89-100, 2003.

CORDEIRO FURTADO, C. Geração Alpha e a leitura literária: os aplicativos de literatura-serviços incentivam a prática? **Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação**, São Paulo, v. 15, p. 418-431, 2019.

COUTINHO JÚNIOR, A. de L. **Metodologias ativas no ensino remoto de acústica com apoio de uma sequência didática**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Fortaleza, 2021.

COVOLAN, S. C. T.; SILVA, D. da. A entropia no Ensino Médio: utilizando concepções prévias dos estudantes e aspectos da evolução do conceito. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 11, p. 97-117, 2005.

CUNHA, C. R. O. B. J. da; RAMSDORF, F. B. M.; BRAGATO, S. G. R. Utilização da aprendizagem baseada em equipes como método de avaliação no curso de medicina. **Revista Brasileira de Educação Médica**, São Paulo, v. 43, p. 208-215, 2019.

DA COSTA, D. F. *et al.* Teoria das situações didática gamificada: um delineamento pormenorizado no ensino da sequência de Padovan. **Revista de estudios e investigacion en psicologia y educación**, Portugal, v. 7, p. 104-114, 2020.

DA SILVA MONTEIRO, J. C.; JUNIOR, J. B. B.; COSTA, M. J. M. Edpuzzle: possibilidades pedagógicas para a sala de aula invertida, ensino híbrido e as metodologias ativas. **Revista EducaOnline**, Rondônia, v. 14, n. 1, p. 119-134, 2020.

DA SILVA, D. de S. F. *et al.* Ensino híbrido com a utilização da plataforma Moodle. **Revista Thema**, Rio Grande do Sul, v. 15, n. 3, p. 1175-1186, 2018.

DA SILVA, J. B. O contributo das tecnologias digitais para o ensino híbrido: o rompimento das fronteiras espaço-temporais historicamente estabelecidas e suas implicações no ensino. **ARTEFACTUM-Revista de estudos em Linguagens e Tecnologia**, São Paulo, v. 15, n. 2, 2017.

DAMASCENO JÚNIOR, J. A.; ROMEU, M. C. A Formação Continuada de Licenciados em Física com o uso do Planetário para o Ensino de Astronomia. **Revista Prática Docente**, Mato Grosso, v. 4, n. 1, p. 196-211, 2019.

DAMASCENO JÚNIOR, J. A.; ROMEU, M. C. O planetário como recurso didático para o ensino de astronomia e de uma alfabetização científica à luz da Base Nacional Comum Curricular. **#Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, Canoas, v. 8, n. 1, 2019.

DE ABREU, L. C. *et al.* A epistemologia genética de Piaget e o construtivismo. **Journal of Human Growth and Development**, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 361-366, 2010.

DE ARAÚJO, D. L. O que é (e como faz) sequência didática? **Entrepalavras**, Fortaleza, v. 3, n. 1, p. 322-334, 2013.

DE CASTRO FILHO, J. A. *et al.* Quando objetos digitais são efetivamente para aprendizagem: o caso da matemática. In: **Brazilian Symposium on Computers in Education**, 2008. p. 583-592.

DE FREITAS ALVAIDE, N.; PUGLIESE, A. Clube da Lua: o clube de astronomia de crianças dos anos iniciais do ensino fundamental. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, Pernambuco, v. 11, n. 6, p. 209-231, 2020.

DE OLIVEIRA, T. E.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Aprendizagem Baseada em Equipes (Team-Based Learning): um método ativo para o ensino de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de física**, São Paulo, v. 33, n. 3, p. 962-986, 2016.

DE SÁ ALVES, T. R. Os objetos de aprendizagem no ensino de química: um levantamento exploratório junto a professores do ensino médio. **Scientia Naturalis**, Acre, v. 2, n. 2, 2020.

DUARTE, R. Entrevistas em pesquisas qualitativas. **Educar em revista**, Curitiba, n. 24, p. 213-225, 2004.

FARDO, M. L. A gamificação aplicada em ambientes de aprendizagem. **Renote**, Rio Grande do Sul, v. 11, n. 1, 2013.

FERRAZ, A. P. do C. M.; BELHOT, R. V. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. **Gestão & produção**, São Carlos, v. 17, p. 421-431, 2010.

FERREIRA, M. *et al.* Ensino de astronomia: uma abordagem didática a partir da Teoria da Relatividade Geral. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 43, p. e20210157, 2021.

FOLETTTO, L. **A Cultura é Livre**: uma história da resistência antipropriedade. São Paulo, Brasil: Autonomia Literária, 2021.

FREIRE, P. **Extensão ou comunicação?** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1988.

FREITAS, N. C. *et al.* Science teaching in the context of Astronomy: the use of Stellarium as a virtual learning object in the final years of Elementary School. **Research, Society and Development**, Brasília, v. 10, n. 15, p. e558101521999, 2021.

FREITAS, N. C.; *et al.* Ensino de Ciências no contexto da Astronomia: o uso do Stellarium como objeto virtual de aprendizagem nos anos finais do Ensino Fundamental. **Research, society and development**, Brasília, v. 10, p. e558101521999, 2021.

FRÓES, A. L. D. Astronomia, Astrofísica e cosmologia para o Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 36, 2014.

GALHARDI, A. C.; DE AZEVEDO, M. M. O Ganho de Hake: uma técnica de avaliação de absorção de conhecimento e replanejamento de disciplina. In: **VII Workshop de Pós-Graduação e Pesquisa do Centro Paula Souza**, ISSN. p. 2175-1897.

GAMA, L. D.; HENRIQUE, A. B. Astronomia na sala de aula: por quê? **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos, n. 9, p. 7-15, 2010.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**, v. 4, n. 1, p. 44-45, 2002.

HEWITT, P. G. **Física Conceitual**. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

HORVATH, J. E. Uma proposta para o ensino da astronomia e astrofísica estelares no Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 35, 2013.

IFCE. Programa de Unidade Didática (PUD): Ondulatória básica. 2020. Disponível em: <https://ifce.edu.br/fortaleza/cursos/tecnicos/integrados/eletrotecnica/pdf/ementas-2020/semestre-4/fisica-ondulatoria-basica.pdf>. Acesso em: 23 de novembro de 2024.

KRUG, R. de R. *et al.* O “bê-á-bá” da aprendizagem baseada em equipe. **Revista Brasileira de Educação Médica**, São Paulo, v. 40, p. 602-610, 2016.

LANGHI, R.; NARDI, R. **Educação em Astronomia**: repensando a formação de professores. São Paulo: Escritoras editoras, 2012.

LANGHI, R.; NARDI, R. Justificativas para o ensino de Astronomia: o que dizem os pesquisadores brasileiros? **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 14, n. 3, p. 041-059, 2014.

LEONTIEV, A. N. **O desenvolvimento do psiquismo**. São Paulo: Editora Moraes.

LIBÂNEO, J. C. A didática e a aprendizagem do pensar e do aprender: Davidov e a teoria histórico-cultural da atividade. **Reunião anual da ANPED**, v. 26, 2003.

LIMA, M. A. D. da S.; ALMEIDA, M. C. P. de; LIMA, C. C. A utilização da observação participante e da entrevista semi-estruturada na pesquisa de enfermagem. **Revista gaúcha de enfermagem**, Porto Alegre, v. 20, n. especial, p. 130-142, 1999.

LONGHINI, M. D.; DE DEUS MENEZES, L. D. Objeto virtual de aprendizagem no ensino de Astronomia: algumas situações problemas propostas a partir do software Stellarium. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, São Paulo, v. 27, n. 3, p. 433-448, 2010.

- MACDONALD, J. **Blended Learning and Online Tutoring**. Planning Learner Support and Activity Design. Aldershot, UK: Gower, 2008.
- MACHADO, J. R F. Metodologias de pesquisa: um diálogo quantitativo, qualitativo e quali-quantitativo. **Devir Educação**, Lavras, v. 7, n. 1, 2023.
- MARINS, D. **Um processo de gamificação baseado na teoria da autodeterminação**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas e Computação) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.
- MARTINS, J. C. Vygotsky e o papel das interações sociais na sala de aula: reconhecer e desvendar o mundo. **Série Idéias**, São Paulo, v. 28, p. 111-122, 1997.
- MEDEIROS, R. M. K. *et al.* Metodologia Team-Based Learning aplicada à construção de um modelo de plano de parto. **Revista Brasileira de Enfermagem**, São Paulo, v. 74, 2021.
- MEIRINHOS, M.; OSÓRIO, A. O estudo de caso como estratégia de investigação em educação. **EduSer**, Portugal, v. 2, n. 2, 2010.
- MENDES, R. M.; MISKULIN, R. G. S. A análise de conteúdo como uma metodologia. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, v. 47, p. 1044-1066, 2017.
- MICHAELSEN, L. K.; DOCE, M. Os elementos essenciais da aprendizagem baseada em equipe. **Novos rumos para o ensino e a aprendizagem**, Minas Gerais, v. 2008, n. 116, pág. 7-27, 2008.
- MORÁN, J. Mudando a educação com metodologias ativas. **Coleção mídias contemporâneas. Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens**, v. 2, n. 1, p. 15-33, 2015.
- MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 32, p. 73-80, 2018.
- MOREIRA, M. A.; GRECA, I. M. Mudança conceitual: análise crítica e propostas à luz da teoria da aprendizagem significativa. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 9, n. 2, p. 301-315, 2003.
- NASA. **NASA's Webb Delivers Deepest Infrared Image of Universe Yet**. nasa.gov, 2022. Disponível em: <https://www.nasa.gov/image-article>. Acesso em: 14 de dezembro de 2024.
- NASA. **The Chandra X-ray Observatory allows scientists from around the world to obtain X-ray images of exotic environments to help understand the structure and evolution of the universe**. nasa.gov, 2025. Disponível em: <https://www.nasa.gov/mission/chandra-x-ray-observatory/>. Acesso em: 14 dez. de 2024.
- NUNES, J. B. C.; OLIVEIRA, L. X. **Formação de professores para as tecnologias digitais: software livre e educação a distância**. Brasília: Liber Livro, 2013.
- NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de física básica: Eletromagnetismo**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2015.

OLIVEIRA, B. L. C. A. *et al.* Team-based learning como forma de aprendizagem colaborativa e sala de aula invertida com centralidade nos estudantes no processo ensino-aprendizagem. **Revista brasileira de educação médica**, São Paulo, v. 42, p. 86-95, 2018.

OLIVEIRA, E. da S. G. *et al.* O processo de aprendizagem em uma perspectiva sócio-interacionista: ensinar é necessário, avaliar é possível. In: **Congresso internacional de educação a distância**. 2004. p. 1-10.

PACHECO, E.; SOLÉ, G. Ser professor da geração Alpha-os desafios da profissionalização para a docência e a promoção de competências em História e Geografia. **Enseñanza de las ciencias sociales para una ciudadanía democrática**, Chile, p. 71-92, 2021.

PAULUCCI, L. *et al.* Levantamento de recursos e uma avaliação atual do Ensino de Astrofísica Estelar. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 44, 2022.

PEREIRA, A.; JUNIOR, P. L. Implicações da perspectiva de Wertsch para a interpretação da teoria de Vygotsky no ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 518-535, 2014.

PERETTI, L.; TONIN DA COSTA, G. M. Sequência didática na matemática. **Revista de Educação do IDEAU**, Uruguai, v. 8, n. 17, p. 1-15, 2013.

PEREZ, C. C. Aprendizagem baseada em equipes em aulas de Química orgânica no ensino superior. **Revista Debates em Ensino de Química**, Pernambuco, v. 7, n. 1, p. 201-221, 2021.

PLICKERS. Plickers: ferramenta educacional gratuita e acessível. Disponível em: <https://www.plickers.com>. Acesso em: 04 de abril de 2024.

PRATA, C. L. Gestão escolar e as tecnologias. 2010. Disponível em: https://www.virtual.ufc.br/cursouca/modulo_3b. Acesso em: 25 de novembro de 2024.

PRENSKY, M. Nativos digitais, imigrantes digitais parte 2: Eles realmente pensam diferente? **No horizonte**, Minas Gerais, v. 9, n. 6, p. 1-6, 2001.

RABELLO, E. T.; PASSOS, J. S. Vygotsky e o desenvolvimento humano. **Portal Brasileiro de Análise Transacional**, p. 1-10, 2010.

RIBEIRINHA, T.; SILVA, B. D. Avaliando a eficácia da componente online da “sala de aula invertida”: um estudo de investigação-ação. **e-Curriculum**, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 568, 2020.

ROCHA, R. B. *et al.* Gamificação no ensino de astronomia. **Revista Brasileira de Educação em Ciências e Educação Matemática**, São Paulo, v. 4, n. 4, p. 623-639.

SALAS-RUEDA, R. A. Impacto da sala de aula invertida no processo de ensino-aprendizagem nos mapas de Karnaugh. **Revista Electrónica Educare**, Costa Rica, v. 25, n. 2, p. 240-261, 2021.

SALES, G. L. *et al.* Educação 2050: pensar o futuro em tempos de mudanças aceleradas. **HOLOS**, Natal, v. 4, 2022.

SALES, G. L. *et al.* Atividades de modelagem exploratória aplicada ao ensino de física moderna com a utilização do objeto de aprendizagem pato quântico. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 30, p. 3501.1-3501.13, 2008.

SALES, G. L. *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**, Fortaleza, v. 11, n. 2, p. 45-52, 2017.

SANTANA, E.; DE SOUZA, J. K. N.; SOUZA, S. S. Leitura/Literatura e as Tecnologias da Informação e Comunicação: Um olhar sobre o letramento e as práticas sociais. **Revista Rios**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 17, p. 62-74, 2018.

SAVIANI, D. **A Pedagogia Histórico-Crítica e a Educação Escolar**. Campinas: Autores Associados, 2005.

SILVA, E. L. D.; CAFÉ, L.; CATAPAN, A. H. Os objetos educacionais, os metadados e os repositórios na sociedade da informação. **Ciência da Informação**, Alagoas, v. 39, p. 93-104, 2010.

SILVA, J. B. da; SALES, G. L.; CASTRO, J. B. de. Gamificação como estratégia de aprendizagem ativa no ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 41, 2019.

SILVA, V. P.; GUIMARÃES, M. H. U.; PASSOS, M. M. Sequência Didática para o ensino de Astronomia. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, São Paulo, v. 38, n. 2, p. 1135-1165, 2021.

SLOVINSCKI, L.; ALVES-BRITO, A.; MASSONI, N. T. Um diagnóstico da formação inicial de professores da área de ciências da natureza na perspectiva do ensino de astronomia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 45, p. e20230110, 2023.

SMOLKA, A. L. B. A concepção de linguagem como instrumento: um questionamento sobre práticas discursivas e educação formal. **Temas em psicologia**, São Paulo, v. 3, n. 2, p. 11-21, 1995.

SWEET, M.; MICHAELSEN, L. K. (Ed.). **Team-based learning in the social sciences and humanities**: Group work that works to generate critical thinking and engagement. Ucla: Taylor & Francis, 2012.

VIGOTSKI, L. S. **A questão do meio na pedologia**. São Paulo: Psicologia, 2010.

VIGOTSKII, L. S. **Linguagem, Desenvolvimento e Aprendizagem**. 11. ed. São Paulo: Ícone, 2010.

VIGOTSKII, L. S. **A formação social da mente**. Rio de Janeiro: Martins Fontes, 1996.

ZABALA, A. **A Prática Educativa**: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.

APÊNDICE A – PERGUNTAS DO QUESTIONÁRIO PRÉ-TESTE

Pré-Teste
01) Ondas transversais se propagam apenas em meios sólidos.
a) Verdadeiro b) Falso
02) A frequência de uma onda é inversamente proporcional ao seu período.
a) Verdadeiro b) Falso
03) A interferência construtiva ocorre quando duas ondas se combinam de maneira a diminuir a amplitude resultante.
a) Verdadeiro b) Falso
04) A difração é um fenômeno que envolve a mudança na direção de propagação de uma onda ao passar por uma abertura ou obstáculo.
a) Verdadeiro b) Falso
05) O som é um exemplo de onda transversal.
a) Verdadeiro b) Falso
06) As ondas eletromagnéticas, incluindo a luz, podem se propagar no vácuo.
a) Verdadeiro b) Falso
07) A luz de uma estrela desvia para o vermelho quando se afasta da Terra, indicando um aumento em sua frequência.
a) Verdadeiro b) Falso
08) O fenômeno conhecido como "redshift" é usado para determinar a velocidade de afastamento ou aproximação de corpos celestes.
a) Verdadeiro b) Falso
09) As ondas gravitacionais são perturbações no espaço-tempo que se propagam à velocidade da luz.
a) Verdadeiro b) Falso
10) A dispersão da luz, responsável pelo surgimento de um arco-íris, é um exemplo de interferência de ondas na atmosfera.
a) Verdadeiro b) Falso

APÊNDICE B – PERGUNTAS DO QUESTIONÁRIO PÓS-TESTE

Pós-Teste
01) A amplitude de uma onda está relacionada à sua frequência.
a) Verdadeiro b) Falso
02) O som não pode se propagar no vácuo, pois requer um meio material para se deslocar.
a) Verdadeiro b) Falso
03) A luz branca é composta por uma única frequência de onda.
a) Verdadeiro b) Falso
04) A interferência construtiva ocorre quando duas ondas se combinam de maneira a aumentar a amplitude resultante.
a) Verdadeiro b) Falso
05) A difração é um fenômeno que ocorre apenas com ondas sonoras e não com ondas eletromagnéticas.
a) Verdadeiro b) Falso
06) A radiação cósmica de fundo é um exemplo de ondas eletromagnéticas emitidas durante o início do universo e ainda detectável hoje.
a) Verdadeiro b) Falso
07) O efeito Doppler é uma mudança na frequência percebida de ondas, aplicado não apenas a luz, mas também a ondas sonoras provenientes de objetos celestes em movimento.
a) Verdadeiro b) Falso
08) O "blue shift" é um fenômeno que ocorre quando a luz de um objeto celeste se desloca para o vermelho devido ao seu afastamento da Terra.
a) Verdadeiro b) Falso
09) A luz polarizada proveniente de objetos astronômicos pode fornecer informações valiosas sobre as propriedades do meio interestelar por onde ela passa.
a) Verdadeiro b) Falso
10) A astrofotografia utiliza ondas eletromagnéticas para capturar imagens de objetos celestes, permitindo a visualização de detalhes que não seriam visíveis a olho nu.
a) Verdadeiro b) Falso

APÊNDICE C – PERGUNTAS DO QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO

Questionário de Satisfação
01) Qual sua opinião sobre a abordagem apresentada em sala na exploração das ondas eletromagnéticas na Astronomia?
a) Muito eficaz b) Eficaz c) Neutra d) Pouco eficaz e) Não eficaz
02) As metodologias utilizadas durante a pesquisa contribuíram para o seu entendimento sobre o tema?
a) Concordo totalmente b) Concordo parcialmente c) Neutro d) Discordo parcialmente e) Discordo totalmente
03) O material disponibilizado na sala foi acessível e enriqueceu sua compreensão das ondas eletromagnéticas na Astronomia?
a) Sim, bastante b) Sim, em parte c) Neutro d) Não muito e) Não, de forma alguma
04) A combinação da sala de aula com a metodologias tornou as aulas mais interessantes e envolventes?
a) Concordo totalmente b) Concordo parcialmente c) Neutro d) Discordo parcialmente e) Discordo totalmente

05) Você acredita que a pesquisa contribuiu para uma maior compreensão da aplicação prática dos conceitos de ondas eletromagnéticas na Astronomia?
a) Sim, definitivamente b) Sim, em certa medida c) Neutro d) Não muito e) Não, de forma alguma
06) Como você avaliaria a eficácia geral da combinação das metodologias propostas no contexto desta pesquisa?
a) Muito eficaz b) Eficaz c) Neutra d) Pouco eficaz e) Não eficaz
07) Você teria sugestões para melhorar a abordagem para futuras pesquisas ou implementações em sala de aula?
Espaço Aberto para Resposta
08) Qual foi o aspecto mais positivo que você destacaria nesta abordagem?
Espaço Aberto para Resposta
09) Você acredita que esta aplicação em sala para o ensino de outros temas seria uma melhor abordagem?
a) Sim b) Talvez c) Não
10) Por favor, compartilhe qualquer comentário adicional ou sugestão que você tenha em relação à pesquisa.
Espaço Aberto para Resposta

APÊNDICE D – PERGUNTAS DAS REVISÕES DE CONTEÚDO**Aula 01. Ondas****01. Em relação à propagação de ondas, qual das seguintes opções está correta:**

- a) As ondas podem se propagar apenas em meios sólidos e líquidos, mas não em meios gasosos.
- b) As ondas podem se propagar em meios sólidos, líquidos e gasosos, mas não podem se propagar no vácuo.
- c) As ondas podem se propagar em meios sólidos, líquidos e gasosos, mas também podem se propagar no vácuo.
- d) As ondas podem se propagar apenas em meios gasosos, mas não em meios sólidos ou líquidos.

02. Qual tipo de onda não necessita de um meio material para se propagar?

- a) Ondas de Rádio b) Ondas Sonoras c) Ondas na Água d) Ondas Mecânicas

03. O que caracteriza uma onda transversal?

- a) A propagação de partículas de matéria na direção da onda.
- b) A propagação das ondas em meios gasosos exclusivamente.
- c) A propagação das ondas em meios líquidos exclusivamente.
- d) A oscilação das partículas em direções perpendiculares à direção de propagação da onda.

04. O que caracteriza uma onda longitudinal?

- a) A oscilação das partículas em direções perpendiculares à direção de propagação da onda.
- b) A propagação das ondas apenas em meios sólidos.
- c) A oscilação das partículas na mesma direção da propagação da onda.
- d) A propagação das ondas apenas em meios líquidos.

05. Em relação às características das ondas, qual das seguintes afirmações é falsa:

- a) As ondas bidimensionais se propagam em duas direções perpendiculares entre si.
- b) As ondas bidimensionais se propagam em duas direções paralelas entre si.
- c) As ondas tridimensionais se propagam em três direções independentes.
- d) As ondas unidimensionais se propagam apenas em uma única direção.

06. O que caracteriza uma onda periódica?

- a) Sua amplitude constante ao longo do tempo

- b) Sua frequência variável
- c) Sua falta de padrão de repetição
- d) Sua repetição regular e previsível ao longo do tempo

07. Qual das seguintes opções melhor descreve a amplitude de uma onda?

- a) A distância entre duas cristas consecutivas da onda.
- b) O número de ciclos da onda por segundo.
- c) A máxima altura ou deslocamento de uma partícula do meio a partir da posição de equilíbrio quando a onda passa.
- d) A velocidade de propagação da onda.

08. O que o período de uma onda representa?

- a) A máxima altura ou deslocamento de uma partícula do meio a partir da posição de equilíbrio.
- b) O tempo necessário para que um ciclo completo da onda ocorra.
- c) O número de ciclos da onda por segundo.
- d) A distância entre duas cristas consecutivas da onda.

09. O que o comprimento de onda representa?

- a) O número de ciclos da onda por segundo
- b) A máxima altura ou deslocamento de uma partícula do meio a partir da posição de equilíbrio
- c) A distância entre duas cristas consecutivas da onda
- d) O tempo necessário para que um ciclo completo da onda ocorra

10. Qual das seguintes opções melhor descreve a fase de uma onda:

- a) A distância entre duas cristas consecutivas da onda
- b) A posição inicial da onda quando ela é gerada
- c) A máxima altura ou deslocamento de uma partícula do meio a partir da posição de equilíbrio
- d) A medida do tempo necessário para que um ciclo completo da onda ocorra

Aula 02. Fenômenos Ondulatórios

01. Qual é o fenômeno óptico responsável por mudar a direção da luz ao passar de um meio para outro?

- a) Reflexão b) Refração c) Difração d) Absorção

02. O que acontece quando a luz passa por uma abertura estreita e se espalha em diferentes direções?

- a) Reflexão b) Refração c) Difração d) Polarização

03. Quando a luz atinge uma superfície e retorna ao mesmo meio, qual processo está ocorrendo?

- a) Reflexão b) Refração c) Difração d) Absorção

04. Qual é o termo utilizado para descrever a mudança na velocidade da luz ao passar de um meio para outro?

- a) Reflexão b) Refração c) Difração d) Absorção

05. Quando a luz incide em uma superfície e se divide em várias cores, qual fenômeno está ocorrendo?

- a) Reflexão b) Refração c) Difração d) Interferência

06. Quando um raio de luz incide sobre uma superfície refletora, o ângulo de incidência:

- a) É sempre igual ao ângulo de reflexão.
- b) É sempre maior que o ângulo de reflexão.
- c) É sempre menor que o ângulo de reflexão.
- d) Depende da intensidade da luz incidente.

07. Quando duas ondas de luz se encontram e produzem interferência construtiva, isso significa que:

- a) As ondas estão em fase e suas amplitudes se cancelam.
- b) As ondas estão fora de fase e suas amplitudes se anulam.
- c) As ondas estão em fase e suas amplitudes se somam, resultando em uma onda de maior amplitude.
- d) As ondas estão fora de fase e suas amplitudes se somam, resultando em uma onda de menor amplitude.

08. Qual das seguintes afirmações sobre a polarização da luz é correta?

- a) A luz polarizada pode ser descrita como luz cujas ondas vibram em várias direções.
- b) A polarização ocorre quando a luz passa através de um filtro que permite apenas a passagem de ondas que vibram em uma direção específica.
- c) A luz não polarizada não pode ser afetada por um filtro polarizador.
- d) A polarização da luz é um fenômeno que ocorre somente com luz branca.

09. Quando duas ondas de luz se encontram e produzem interferência destrutiva, isso significa que:

- a) As ondas estão em fase e suas amplitudes se somam, resultando em uma onda de maior amplitude.
- b) As ondas estão fora de fase e suas amplitudes se cancelam parcialmente, resultando em uma onda de menor amplitude ou até mesmo no cancelamento total.
- c) As ondas estão em fase e suas amplitudes se anulam, resultando na ausência total de luz.
- d) As ondas estão fora de fase e suas amplitudes se somam, resultando em uma onda com amplitude inalterada.

10. Qual dos seguintes fenômenos não pode ser explicado pelo modelo ondulatório da luz?

- a) Reflexão: A luz reflete em uma superfície de acordo com a Lei da Reflexão.
- b) Refração: A luz se curva ao passar de um meio para outro com diferentes índices de refração.
- c) Difração: A luz se espalha ao passar por uma fenda ou ao redor de um obstáculo.
- d) Ionização: A luz provoca a remoção de elétrons de átomos ou moléculas, criando íons.

Aula 03. Ondas Eletromagnéticas

01. Qual das seguintes descrições caracteriza corretamente as ondas eletromagnéticas?

- a) São perturbações que se propagam através de meios sólidos e líquidos, envolvendo variações na densidade do meio.
- b) São ondas que consistem em variações temporais dos campos elétrico e magnético, que se propagam no vácuo e em meios materiais com velocidades que dependem das propriedades do meio.
- c) São oscilações de partículas subatômicas que se movem através de campos magnéticos, sem a necessidade de um meio material para sua propagação.
- d) São fenômenos acústicos que se propagam exclusivamente através de gases, caracterizados por variações na pressão do ar.

02. Qual das seguintes afirmações descreve corretamente a velocidade da luz no vácuo?

- a) A velocidade da luz no vácuo é uma constante universal e é a velocidade máxima que pode ser alcançada por qualquer forma de energia ou informação.

- b) A velocidade da luz no vácuo é variável e depende da intensidade da luz e do tipo de meio por onde ela se propaga.
- c) A velocidade da luz no vácuo diminui quando a luz passa através de meios materiais como água ou vidro.
- d) A velocidade da luz no vácuo é sempre zero, pois a luz não se propaga no vácuo.

03. Em qual das alternativas abaixo as ondas eletromagnéticas mencionadas encontram-se em ordem crescente de suas frequências:

- a) Luz visível, Raio X e Infravermelho
- b) Raio X, Infravermelho e Ondas de Rádio
- c) Raios Gama, Luz visível e Micro-ondas
- d) Ondas de Rádio, Luz visível e Raios X

04. Qual das seguintes afirmações sobre ondas FM é correta?

- a) Ondas FM são usadas para transmitir sinais de rádio e envolvem variações na amplitude da onda portadora.
- b) Ondas FM são usadas para transmitir sinais de rádio e envolvem variações na frequência da onda portadora.
- c) Ondas FM são usadas exclusivamente para transmissões de TV e não têm aplicação em rádio.
- d) Ondas FM operam em frequências muito baixas, abaixo de 1 kHz.

05. Como funciona um forno de micro-ondas de cozinha?

- a) Usa calor radiante de lâmpadas.
- b) Usa resistência elétrica para aquecer o ar.
- c) Usa ondas de rádio para vibrar moléculas de água e gerar calor.
- d) Usa fluxo de ar quente para cozinhar.

06. O que caracteriza o infravermelho?

- a) É uma radiação visível que pode ser percebida pelos olhos humanos.
- b) Tem uma frequência mais alta do que a luz visível e é usada para transmitir sinais de rádio.
- c) É uma forma de radiação eletromagnética com comprimentos de onda maiores do que a luz visível, e é percebida como calor.
- d) É uma radiação que se propaga exclusivamente através de meios líquidos.

07. A luz visível é uma parte do espectro eletromagnético que podemos perceber com nossos olhos. Qual das seguintes afirmações descreve corretamente a luz visível?

- a) Tem comprimentos de onda menores que raios X.
- b) É invisível e detectada apenas por sensores especiais.
- c) Tem comprimentos de onda maiores que ondas de rádio.
- d) É percebida pelos olhos humanos e tem comprimentos de onda entre o azul e o vermelho.

08. Sobre a radiação ultravioleta (UV), qual das seguintes afirmações é correta?

- a) UV é composta apenas por raios UV-C e não afeta a atmosfera.
- b) UV é dividida em UV-A, UV-B e UV-C, com diferentes efeitos e comprimentos de onda.
- c) UV tem comprimentos de onda maiores que a luz visível e é totalmente absorvida pela camada de ozônio.
- d) UV não afeta a saúde humana e é filtrada pela atmosfera da Terra.

09. Sobre raios X, qual das seguintes afirmações é correta?

- a) Têm comprimentos de onda menores que a luz visível e são usados para diagnósticos médicos.
- b) Têm comprimentos de onda maiores que a luz visível e são usados para aquecimento.
- c) Têm comprimentos de onda maiores que raios gama e são usados para comunicação.
- d) São radiação visível e usados apenas para tratamentos terapêuticos.

10. Qual dos seguintes é um risco associado à manipulação de raios gama?

- a) Raios gama são inofensivos e não representam risco para a saúde, mesmo em altas doses.
- b) Raios gama têm baixa penetração e são seguros para manipulação sem equipamentos de proteção.
- c) Raios gama podem causar danos ao tecido biológico e aumentar o risco de câncer, exigindo cuidados rigorosos de proteção.
- d) Raios gama causam apenas danos temporários e não exigem medidas especiais de segurança durante sua manipulação.

Aula 04. Radiação Eletromagnética

01. Qual das opções abaixo melhor descreve as características da radiação eletromagnética?

- a) A radiação eletromagnética consiste em partículas carregadas que se movem em linha reta.
- b) A radiação eletromagnética é composta por ondas que necessitam de um meio material para se propagar.
- c) A radiação eletromagnética é uma forma de energia que só pode ser detectada por instrumentos especializados, como o telescópio.
- d) A radiação eletromagnética inclui ondas de rádio, micro-ondas, luz visível, raios X e raios gama, e pode se propagar no vácuo.

02. O que é a radiação cósmica de fundo e qual sua importância no estudo do universo?

- a) É uma radiação que se origina nas estrelas e fornece informações sobre as suas idades.
- b) É uma radiação térmica remanescente do Big Bang, presente em todo o universo, e sua descoberta fortaleceu a teoria da origem do universo.
- c) É uma forma de radiação eletromagnética proveniente das galáxias mais próximas e é usada para estudar a formação de buracos negros.
- d) É uma radiação produzida pela colisão de partículas subatômicas e é utilizada principalmente para entender os processos de fusão nuclear.

03. O que caracteriza o processo de irradiação?

- a) A exposição de um objeto ou ser vivo à radiação, resultando em transferência de energia para o objeto ou ser vivo.
- b) A transferência de calor por condução através do contato direto entre materiais.
- c) A absorção de radiação por um objeto, sem alterar sua temperatura.
- d) A emissão de radiação eletromagnética **exclusivamente** na forma de luz visível.

04. Qual é a principal característica da radiação estelar?

- a) É composta exclusivamente por ondas de rádio de estrelas em estágios finais.
- b) Se limita a comprimentos de onda visíveis e refere-se apenas à luz das estrelas.
- c) Se origina apenas de estrelas próximas, sem afetar a radiação de estrelas distantes.
- d) Inclui uma ampla gama de radiações, desde ondas de rádio até raios gama, emitidas por estrelas.

05. O que caracteriza o conceito de "radiação"?

- a) É a transferência de calor através de contato direto entre materiais sólidos.
- b) É a absorção de energia sem emissão de ondas por um objeto.

- c) É a emissão e propagação de energia na forma de ondas ou partículas, que pode ocorrer através do vácuo.
- d) É a transferência de energia através de fluidos por convecção

06. Qual das seguintes técnicas é comumente utilizada para capturar informações sobre o universo?

- a) Observação direta com telescópios apenas na luz visível.
- b) Uso de telescópios para observar diferentes tipos de radiação eletromagnética.
- c) Análise de ondas sonoras capturadas por dispositivos subaquáticos.
- d) Medição de variações na temperatura de superfícies de planetas por sondas terrestres.

07. Qual é a principal função dos telescópios ópticos na Astronomia?

- a) Medir a radiação de fundo cósmica para estudar a origem do universo.
- b) Capturar e amplificar imagens da luz visível de objetos celestes para análise detalhada.
- c) Detectar partículas subatômicas provenientes de estrelas distantes.
- d) Registrar variações de temperatura de corpos celestes através de sensores térmicos.

08. Qual é a principal missão do Telescópio Espacial James Webb?

- a) Observar o universo em infravermelho para investigar a formação de estrelas e galáxias.
- b) Capturar imagens detalhadas de buracos negros em galáxias distantes.
- c) Estudar a radiação cósmica de fundo para entender a evolução do universo.
- d) Monitorar as mudanças na luminosidade das estrelas próximas para medir a sua idade.

09. Qual é uma das principais contribuições do Telescópio Espacial Hubble para a Astronomia?

- a) Medir a temperatura das estrelas em diferentes estágios de evolução.
- b) Detectar ondas gravitacionais geradas por buracos negros em colisão.
- c) Capturar imagens de alta resolução da luz visível e ultravioleta para estudar galáxias.
- d) Analisar a composição química de asteroides próximos à Terra.

10. Como o Telescópio Espacial Chandra contribui para o estudo do cosmos?

- a) Observando a luz visível para mapear a estrutura das galáxias.
- b) Capturando imagens em infravermelho para analisar a formação de estrelas.
- c) Medindo a radiação de fundo cósmica para explorar a expansão do universo.
- d) Detectando radiação X para investigar buracos negros e supernovas.

Aula 05. Efeito Doppler

01. Se duas ondas estão se propagando no mesmo meio e possuem a mesma velocidade, como é a velocidade relativa entre essas ondas?

- a) A velocidade relativa é a mesma que a velocidade de cada onda.
- b) A velocidade relativa é a soma das velocidades das ondas.
- c) A velocidade relativa é a diferença entre as velocidades das ondas.
- d) A velocidade relativa é zero.

02. Se você está se movendo em direção a uma onda que está vindo na sua direção, como você percebe a frequência dessa onda?

- a) A frequência aumenta.
- b) A frequência diminui.
- c) A frequência permanece a mesma.
- d) A frequência se torna zero.

03. Qual das seguintes afirmativas descreve corretamente o efeito Doppler?

- a) O efeito Doppler é a mudança na frequência de uma onda devido ao movimento do observador em relação à fonte da onda.
- b) O efeito Doppler é a alteração na amplitude de uma onda quando a fonte da onda muda sua intensidade.
- c) O efeito Doppler é a mudança na frequência e comprimento de onda observados quando a fonte e o observador estão se movendo um em relação ao outro.
- d) O efeito Doppler é o fenômeno pelo qual a frequência de uma onda é alterada quando a fonte da onda está em repouso e o observador está se movendo.

04. Qual das seguintes afirmações sobre a frequência aparente de uma onda, conforme descrito pelo efeito Doppler, é verdadeira?

- a) A frequência aparente aumenta quando a fonte da onda se afasta do observador.
- b) A frequência aparente diminui quando a fonte da onda se aproxima do observador.
- c) A frequência aparente aumenta quando a fonte da onda se aproxima do observador e diminui quando a fonte se afasta.
- d) A frequência aparente é constante, independentemente do movimento relativo entre a fonte e o observador.

05. Como o efeito Doppler afeta a frequência e o comprimento de onda quando a fonte se move em relação ao observador?

- a) Frequência aumenta e comprimento de onda diminui ao se aproximar; frequência diminui e comprimento de onda aumenta ao se afastar.
- b) Frequência e comprimento de onda permanecem constantes.
- c) Frequência aumenta e comprimento de onda aumenta ao se aproximar; frequência diminui e comprimento de onda diminui ao se afastar.
- d) Frequência diminui e comprimento de onda aumenta ao se aproximar; frequência aumenta e comprimento de onda diminui ao se afastar.

06. O que é a frequência real de uma onda?

- a) Frequência real é a medida pelo observador em movimento.
- b) Frequência real é a da fonte em repouso.
- c) Frequência real é medida pela fonte em movimento.
- d) Frequência real é observada com movimento relativo.

07. O que indica o redshift em relação ao movimento de uma galáxia ou estrela?

- a) A galáxia ou estrela está se aproximando do observador.
- b) A galáxia ou estrela está se afastando do observador.
- c) A galáxia ou estrela está em repouso em relação ao observador.
- d) A galáxia ou estrela está emitindo luz em uma frequência mais alta devido ao movimento em direção ao observador.

08. Como o efeito Doppler afeta a altura do som percebido quando a fonte sonora está se movendo em relação ao observador?

- a) Se a fonte sonora se aproxima do observador, a altura do som percebida aumenta; se a fonte se afasta, a altura do som diminui.
- b) Se a fonte sonora se aproxima do observador, a altura do som percebida diminui; se a fonte se afasta, a altura do som aumenta.
- c) O efeito Doppler não afeta a altura do som, apenas o volume.
- d) Se a fonte sonora se afasta do observador, a altura do som percebida aumenta; se a fonte se aproxima, a altura do som diminui.

09. O que indica o blueshift em relação ao movimento de um objeto astronômico?

- a) Deslocamento para comprimentos de onda mais longos, objeto se afastando.
- b) Deslocamento para comprimentos de onda mais curtos, objeto se aproximando.
- c) Deslocamento para frequências mais baixas, objeto se afastando.

- d) Deslocamento para frequências mais altas, objeto se afastando.

10. Por que o efeito Doppler recebe esse nome?

- a) Em homenagem ao físico que primeiro observou o fenômeno em ondas de luz.
- b) Em homenagem ao físico que desenvolveu a teoria das ondas sonoras.
- c) Em homenagem ao físico austríaco Christian Doppler, que descreveu o fenômeno em 1842.
- d) Em homenagem ao astrônomo que primeiro aplicou o fenômeno às estrelas.

APÊNDICE E – MATRIZ DE PLANEJAMENTO PEDAGÓGICO

1. DADOS GERAIS

1.1 Planejamento da sequência didática

Disciplina	Ondulatória Básica 2024.1
Objetivo Geral	Compreender os princípios do movimento ondulatório e suas aplicações, especialmente, na Astronomia.
Objetivos Específicos	• Estudar as propriedades das ondas e os fenômenos ondulatórios. • Explorar as ondas eletromagnéticas e o espectro eletromagnético. • Analisar o efeito Doppler e suas implicações na observação de objetos celestes. • Investigar a aplicação do efeito Doppler na medição da velocidade e direção de corpos astronômicos, como estrelas e galáxias. • Discutir o impacto do efeito Doppler na compreensão da expansão do universo e outros fenômenos astronômicos.
Conteúdo programático	• Ondas e suas propriedades. • Fenômenos ondulatórios. • ondas eletromagnéticas e o espectro eletromagnético. • Radiação eletromagnética. • Efeito Doppler.

Pré-requisito	Matricula ativa na disciplina de Ondulatória básica e conhecimentos de tecnologia básico.
Público-alvo	Alunos do ensino médio.
Observações	

1.2 Descrição dos eventos

TURMA ELETRO P4	TURMA INFORMÁTICA P6
➤ 04/04/2024: pré-teste e contrato didático. ➤ 25/07/2024: Ondas ➤ 01/08/2024: Fenômenos Ondulatórios ➤ 08/08/2024: Ondas eletromagnéticas e o espectro eletromagnético	➤ 02/04/2024: pré-teste e contrato didático. ➤ 30/07/2024: Ondas ➤ 06/08/2024: Fenômenos Ondulatórios ➤ 13/08/2024: Ondas eletromagnéticas e o espectro eletromagnético.

➤ 22/08/2024: Radiação eletromagnética. ➤ 29/08/2024: Efeito Doppler ➤ 05/09/2024: Pós-teste e finalização da sequência.	➤ 20/08/2024: Radiação eletromagnética. ➤ 27/08/2024: Efeito Doppler ➤ 03/09/2024: Pós-teste e finalização da sequência.
--	--

1.3 Avaliação

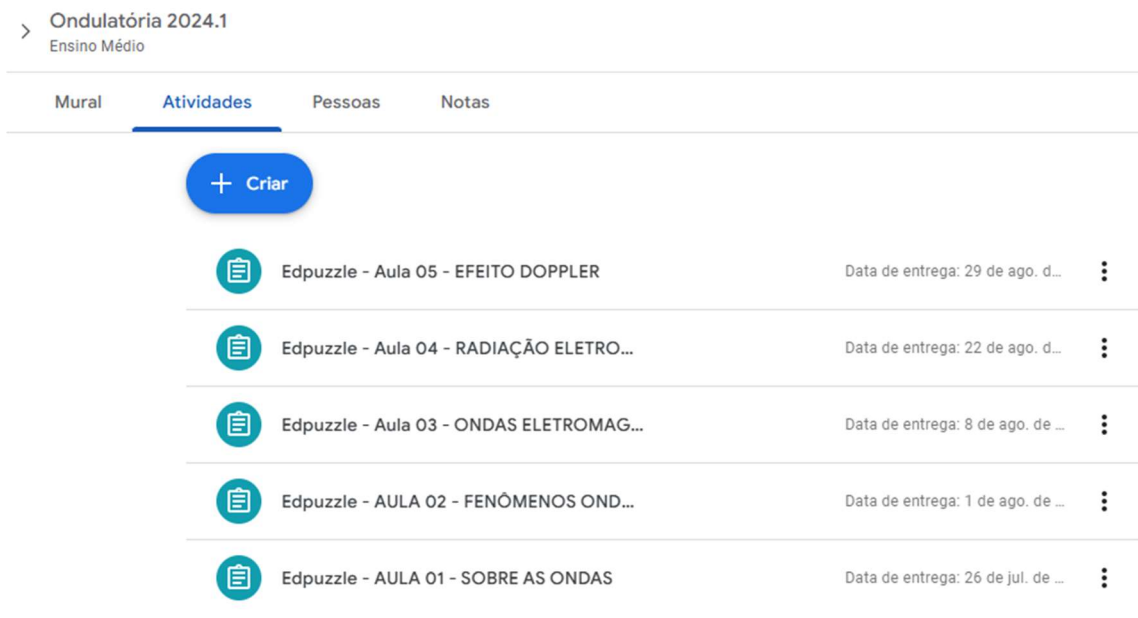
TURMA ELETRO P4
Média ponderada: $N = \frac{(SOMA DAS NOTAS INDIVIDUAIS) \cdot 3 + (SOMA DAS ATIVIDADES EQUIPE) \cdot 2}{5}$ Observações: Acompanhamento e disponibilidade do material de aula e atividade no <i>Edpuzzle</i> via turma no Google Classroom. Manteve-se o contato por <i>WhatsApp</i> para viabilizar o <i>feedback</i> das atividades em equipe do <i>Plickers</i>, bem como para fornecer avisos.
TURMA INFORMÁTICA P6
Média Simples: $N = \frac{(SOMA DAS NOTAS INDIVIDUAIS)}{\text{quantidade das atividades}}$ Observações: Acompanhamento e disponibilidade do material de aula e atividades apenas via <i>whatsapp</i>, bem como para fornecer avisos.

1.4 Anexos:

Google Classroom Turma Eletro p4(Grupo Experimental)



Atividades virtuais no Edpuzzle via Google Classroom Turma Eletro p4(Grupo Experimental)



APÊNDICE F – TERMO DE CONSENTIMENTO DOS RESPONSÁVEIS



**INSTITUTO FEDERAL
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA**
Ceará

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO(TCLE) DO(A) RESPONSÁVEL PELO(A) ESTUDANTE PARA PARTICIPAÇÃO NA PESQUISA

EXPLORANDO AS ONDAS ELETROMAGNÉTICAS NA ASTRONOMIA: A UTILIZAÇÃO DA SALA DE AULA INVERTIDA ALIADA ÀS METODOLOGIAS ATIVAS

VITORIA HELLEN JUCA DOS SANTOS; MAIRTON CAVALCANTE ROMEU; IGOR
DE MORAES PAIM.

Você está sendo convidado a autorizar a participação do(a) estudante _____, como voluntário de uma pesquisa do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PGECEM) do Instituto Federal do Ceará – Campus Fortaleza. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) do responsável pelo(a) estudante, assegura os direitos do participante nesta pesquisa e é elaborado em duas vias, uma que ficará com o(a) responsável pelo(a) estudante e outra com o pesquisador responsável. Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com o pesquisador responsável. Se preferir, pode consultar seus familiares ou outras pessoas de sua confiança antes de decidir autorizar a participação do(a) estudante. Não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo se você não autorizar o(a) estudante a participar ou retirar sua autorização em qualquer momento da pesquisa. Os pesquisadores esclarecem que não serão feitas filmagens e/ou gravações durante a pesquisa.

Justificativa e objetivos:

Os docentes enfrentam desafios em adotar abordagens estratégicas para tornar o ensino de Astronomia mais próximo da realidade escolar. Baseando-se nas metodologias ativas, como a Aprendizagem Baseada em Times, e incorporando a Sala de Aula Invertida, busca-se desenvolver uma proposta de uma sequência didática que integra o Ensino Híbrido com o conteúdo de Ondas Eletromagnéticas, visando abordar aplicações diretas na área de Astronomia.

Procedimentos:

Participando da pesquisa os estudantes estão sendo convidado a aprender sobre as Aplicações das Ondas Eletromagnéticas no contexto da Astronomia, bem como responder os questionários com 10(questões) e que devem ser respondidos em até 1(uma) hora **cada um deles**, esses instrumentos irão nortear esta pesquisa quais são: pré-teste, pós-teste e o questionário de satisfação. Além disso, durante as 8(oito) aulas serão propostas atividades em contexto com a temática mencionada acima.

Pré-teste (Questionário 1): Será realizado de modo que se possa verificar os conhecimentos que o discente tenha sobre Ondas Eletromagnéticas e suas Aplicações.

Pós-teste (Questionário 2): Será realizado de modo que se possa verificar os conhecimentos que os discentes adquiriram ao longo do estudo.

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do participante: _____



Questionário de Satisfação: Será realizado para entender a percepção e as necessidades dos participantes do estudo em relação à pesquisa.

Todas as informações coletadas nos questionários serão armazenados em um dispositivo eletrônico local dos pesquisadores, podendo, desse modo, ser consultadas a qualquer tempo que o Comitê de Ética do IFCE achar devido.

Desconfortos e riscos:

Você não deve autorizar a participação do estudante neste estudo se não estiver totalmente confortável e ciente da atividade pedagógica que será desenvolvida, motivadores da investigação ou qualquer influência que isso poderá implicar a sua personalidade emocional/religiosa ou a qualquer outro parâmetro de sua relevância. Os pesquisadores esclarecem que os únicos riscos possíveis envolvem possibilidade de Cansaço ou aborrecimento ao responder os testes, desconforto ou constrangimento e alterações de comportamento durante as atividades em grupo;

Benefícios:

Os benefícios possíveis é gerar um engajamento dos participantes com o conteúdo, Reflexões e compreensão aprofundada do conteúdo, e a promoção e colaboração na convivência entre os alunos durante o seu aprendizado.

Acompanhamento e assistência:

O acompanhamento deste estudo será dado pelos pesquisadores responsáveis em todos os momentos presenciais de aplicação da pesquisa e sua coleta, bem como nos momentos não presenciais através dos canais de comunicação adotados pelos pesquisadores e informados neste documento. Em caso de algum desconforto, o docente participante poderá informar de imediato aos pesquisadores que prontamente solucionarão ou solicitarão suporte técnico das equipes de enfermagem, fisioterapia, psicologia ou do Núcleo de Atendimento às Pessoas com Necessidades Educacionais Específicas (NAPNE) do próprio campus investigado. Dessa forma, qualquer problema levantado pelo(a) professor(a) será solucionado mediante um comum acordo entre o participante, os pesquisadores e os responsáveis institucionais.

Sigilo e privacidade:

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

Ressarcimento e Indenização:

Você terá direito ao ressarcimento das despesas diretamente decorrentes de sua participação na pesquisa e à indenização pelos danos resultantes desta, nos termos da Lei.

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do participante: _____

**Contato:**

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com os pesquisadores Vitoria Hellen Juca dos Santos, Diretoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, Av. Treze de Maio, 2081 - Benfica, Fortaleza - CE, 85 991181215, vitoria.hellen.juca06@aluno.ifce.edu.br, Mairton Cavalcante Romeu, Diretoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, Av. Treze de Maio, 2081 - Benfica, Fortaleza - CE, (85) 99926.6162, mairtoncavalcante@ifce.edu.br, ou Igor de Moraes Paim, Diretoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, Av. Treze de Maio, 2081 - Benfica, Fortaleza - CE, (85) 9728.7254, igormoraes@ifce.edu.br

Em caso de denúncias ou reclamações sobre sua participação e sobre questões éticas do estudo, você poderá entrar em contato com a secretária do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do IFCE das 08:00hs às 12:00hs e das 13:00hs às 17:00hs no IFCE Reitoria - R. Jorge Dumar, 1703 - Jardim América, Fortaleza - CE, 60410-426; fone (85) 34012332 e-mail: cep@ifce.edu.br

Consentimento livre e esclarecido:

Após ter recebido esclarecimentos sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, métodos, benefícios previstos, potenciais riscos e o incômodo que esta possa acarretar, aceito participar e declaro estar recebendo uma via original deste documento assinada pelo pesquisador e por mim, tendo todas as folhas por nós rubricadas:

Nome do(a) participante:

Contato telefônico (opcional):

e-mail (opcional):

(Assinatura do participante ou nome e assinatura do seu RESPONSÁVEL LEGAL)

Data: ____/____/____.

Responsabilidade do Pesquisador:

Asseguro ter cumprido as exigências da resolução 466/2012 CNS/MS e complementares na elaboração do protocolo e na obtenção deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Asseguro, também, ter explicado e fornecido uma via deste documento ao participante. Informo que o estudo foi aprovado pelo CEP perante o qual o projeto foi apresentado. Comprometo-me a utilizar o material e os dados obtidos nesta pesquisa exclusivamente para as finalidades previstas neste documento ou conforme o consentimento dado pelo participante.

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do participante: _____



Nome do(a) pesquisador(a): Vitoria Hellen Jucá dos Santos

[Assinatura do(a) pesquisador(a)]

Data: ____/____/____.

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do participante: _____

APÊNDICE G – TERMO DE ASSENTIMENTO DOS ESTUDANTES



INSTITUTO FEDERAL
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
Ceará

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO DO(A) ESTUDANTE PARA PARTICIPAÇÃO NA PESQUISA

EXPLORANDO AS ONDAS ELETROMAGNÉTICAS NA ASTRONOMIA: A UTILIZAÇÃO DA SALA DE AULA INVERTIDA ALIADA ÀS METODOLOGIAS ATIVAS

VITORIA HELLEN JUCA DOS SANTOS; MAIRTON CAVALCANTE ROMEU; IGOR
DE MORAES PAIM.

Você está sendo convidado a participar como voluntário de uma pesquisa. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, visa assegurar seus direitos como participante e é elaborado em duas vias, uma que deverá ficar com você e outra com o pesquisador.

Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com o pesquisador. Se preferir, pode levar este Termo para casa e consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir participar. Não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo se você não aceitar participar ou retirar sua autorização em qualquer momento.

Justificativa e objetivos:

Os docentes enfrentam desafios em adotar abordagens estratégicas para tornar o ensino de Astronomia mais próximo da realidade escolar. Baseando-se nas metodologias ativas, como a Aprendizagem Baseada em Times, e incorporando a Sala de Aula Invertida, busca-se desenvolver uma proposta de uma sequência didática que integra o Ensino Híbrido com o conteúdo de Ondas Eletromagnéticas, visando abordar aplicações diretas na área de Astronomia.

Procedimentos:

Participando do estudo você está sendo convidado a aprender sobre as Aplicações das Ondas Eletromagnéticas no contexto da Astronomia, bem como responder os questionários com 10(questões) e que devem ser respondidos em até 1(uma) hora **cada um deles**, esses instrumentos irão nortear esta pesquisa quais são: pré-teste, pós-teste e o questionário de satisfação. Além disso, durante as 8(oito) aulas serão propostas atividades em contexto com a temática mencionada acima.

Pré-teste (Questionário 1): Será realizado de modo que se possa verificar os conhecimentos que o discente tenha sobre Ondas Eletromagnéticas e suas Aplicações.

Pós-teste (Questionário 2): Será realizado de modo que se possa verificar os conhecimentos que os discentes adquiriram ao longo do estudo.

Questionário de Satisfação: Será realizado para entender a percepção e as necessidades dos participantes do estudo em relação à pesquisa.

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do participante: _____



Todas as informações coletadas nos questionários serão armazenados em um dispositivo eletrônico local dos pesquisadores, podendo, desse modo, ser consultadas a qualquer tempo que o Comitê de Ética do IFCE achar devido.

Desconfortos e riscos:

Você não deve participar deste estudo se não estiver totalmente confortável e ciente da atividade pedagógica que será desenvolvida, motivadores da investigação ou qualquer influência que isso poderá implicar a sua personalidade emocional/religiosa ou a qualquer outro parâmetro de sua relevância. Os pesquisadores esclarecem que os únicos riscos possíveis envolvem possibilidade de Cansaço ou aborrecimento ao responder os testes, desconforto ou constrangimento e alterações de comportamento durante as atividades em grupo;

Benefícios:

Os benefícios possíveis é gerar um engajamento dos participantes com o conteúdo, Reflexões e compreensão aprofundada do conteúdo, e a promoção e colaboração na convivência entre os alunos durante o seu aprendizado.

Acompanhamento e assistência:

O acompanhamento deste estudo será dado pelos pesquisadores responsáveis em todos os momentos presenciais de aplicação da pesquisa e sua coleta, bem como nos momentos não presenciais através dos canais de comunicação adotados pelos pesquisadores e informados neste documento. Em caso de algum desconforto, o docente participante poderá informar de imediato aos pesquisadores que prontamente solucionarão ou solicitarão suporte técnico das equipes de enfermagem, fisioterapia, psicologia ou do Núcleo de Atendimento às Pessoas com Necessidades Educacionais Específicas (NAPNE) do próprio campus investigado. Dessa forma, qualquer problema levantado pelo(a) professor(a) será solucionado mediante um comum acordo entre o participante, os pesquisadores e os responsáveis institucionais.

Sigilo e privacidade:

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

Ressarcimento e indenização:

Você terá direito ao ressarcimento das despesas diretamente decorrentes de sua participação na pesquisa e à indenização pelos danos resultantes desta, nos termos da Lei.

Contato:

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com os pesquisadores Vitoria Hellen Juca dos Santos, Diretoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, Av. Treze de Maio, 2081 - Benfica, Fortaleza - CE, 85 991181215, vitoria.hellen.juca06@aluno.ifce.edu.br, Mairton Cavalcante Romeu, Diretoria de

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do participante: _____



Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, Av. Treze de Maio, 2081 - Benfica, Fortaleza - CE, (85) 99926.6162, mairtoncavalcante@ifce.edu.br, ou Igor de Moraes Paim, Diretoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, Av. Treze de Maio, 2081 - Benfica, Fortaleza - CE, (85) 9728.7254, igormoraes@ifce.edu.br

Em caso de denúncias ou reclamações sobre sua participação e sobre questões éticas do estudo, você poderá entrar em contato com a secretária do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do IFCE das 08:00hs às 12:00hs e das 13:00hs às 17:00hs no IFCE Reitoria - R. Jorge Dumar, 1703 - Jardim América, Fortaleza - CE, 60410-426; fone (85) 34012332 e-mail: cep@ifce.edu.br

Consentimento livre e esclarecido:

Após ter recebido esclarecimentos sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, métodos, benefícios previstos, potenciais riscos e o incômodo que esta possa acarretar, aceito participar e declaro estar recebendo uma via original deste documento assinada pelo pesquisador e por mim, tendo todas as folhas por nós rubricadas:

Nome do(a) participante:

Contato telefônico (opcional):

e-mail (opcional):

(Assinatura do participante ou nome e assinatura do seu RESPONSÁVEL LEGAL)

Data: ____/____/____.

Responsabilidade do Pesquisador:

Asseguro ter cumprido as exigências da resolução 466/2012 CNS/MS e complementares na elaboração do protocolo e na obtenção deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Asseguro, também, ter explicado e fornecido uma via deste documento ao participante. Informo que o estudo foi aprovado pelo CEP perante o qual o projeto foi apresentado. Comprometo-me a utilizar o material e os dados obtidos nesta pesquisa exclusivamente para as finalidades previstas neste documento ou conforme o consentimento dado pelo participante.

Nome do(a) pesquisador(a): Vitoria Hellen Jucá dos Santos

[Assinatura do(a) pesquisador(a)]

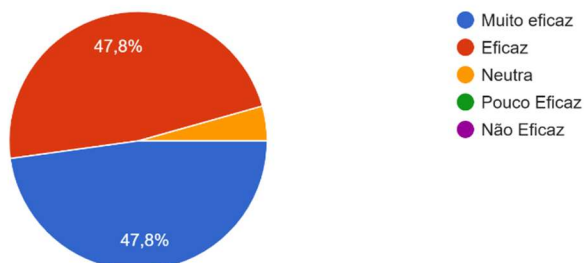
Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do participante: _____

APÊNDICE H – QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO (GC)

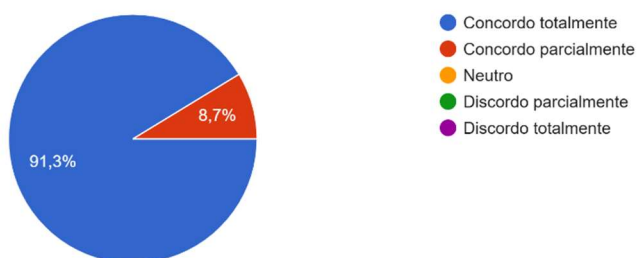
Qual sua opinião sobre a abordagem apresentada em sala na exploração das Ondas Eletromagnéticas na Astronomia?

23 respostas



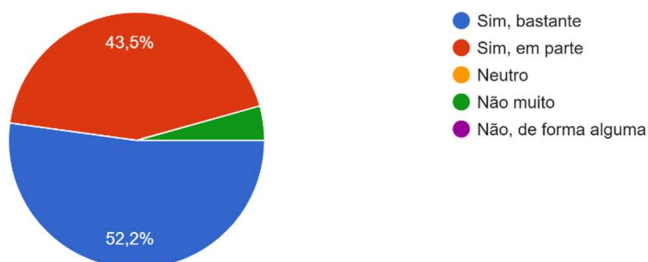
As metodologias utilizadas durante a pesquisa contribuíram para o seu entendimento sobre o tema?

23 respostas



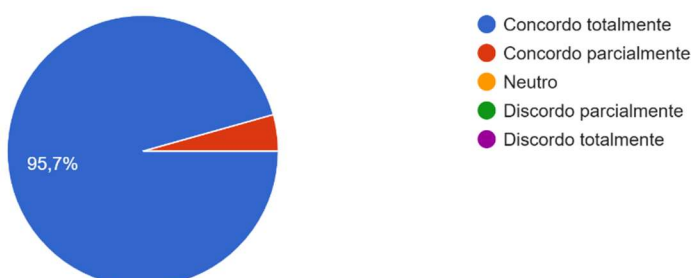
O material disponibilizado na sala foi acessível e enriqueceu sua compreensão das ondas eletromagnéticas na astronomia?

23 respostas



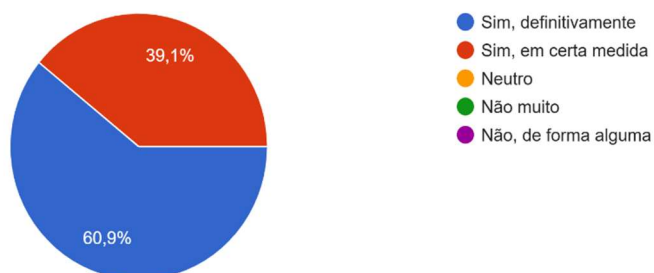
A combinação da sala de aula com a metodologias tornou as aulas mais interessantes e envolventes?

23 respostas



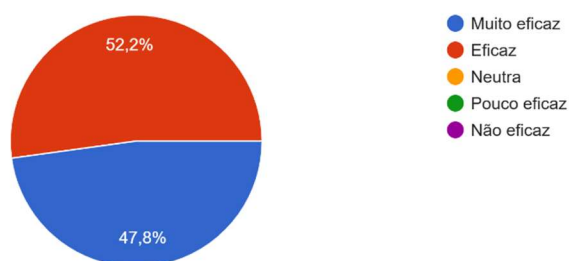
Você acredita que a pesquisa contribuiu para uma maior compreensão da aplicação prática dos conceitos de ondas eletromagnéticas na Astronomia?

23 respostas



Como você avaliaria a eficácia geral da combinação das metodologias propostas no contexto desta pesquisa?

23 respostas



Você teria sugestões para melhorar a abordagem para futuras pesquisas ou implementações em sala de aula?

‘.’

‘continuar com os jogos’

‘Abordar um pouco mais a parte dos possíveis cálculos, mesmo que de maneira superficial’

‘Talvez um domínio maior do conteúdo, achei ainda a professora bem nervosa ou um pouco sem fluxo durante a apresentação da matéria.’

‘Trazer mais curiosidades sobre os tais temas abordados; e não deixar a aula muito corrida.’

‘Não’

‘Sim, as questões utilizadas podem ser mais elaboradas.’

‘As questões na mesma hora que o conteúdo acaba são meio a meio. Quem não absorveu o conteúdo, falhou na hora da questão mas aprendeu após a correção não tem chance de provar que aprendeu o conteúdo.’

‘Talvez trazer algum material para realizar os experimentos ao vivo real oficial.’

‘Nada a declarar’

‘Sem sugestões.’

‘Mostrar a teoria usando exemplos "práticos" seria ótimo já que gostei de ter visto a teoria pq é o que me dou melhor me ajuda mais a entender o resto, acho que se tivesse uma maneira de como aplicar a teoria usando exemplos seria ótimo’

‘Adorei as aulas’

‘Estão ótimas, mas já que é pra falar algo’

‘Promover mais discussões em sala.’

‘Kahoot’

‘Não.’

‘Revisões dos conteúdos de cada aula escritas para continuar os estudos em casa’

‘Mais exemplos do cotidiano, sobre o tema trabalho’

‘Não mesmo, a metodologia de ensino foi muito clara e eficiente. Com metodologia de Conteúdo e depois exercícios, ficava fácil para guardar as informações da aula.’

‘A questão de ter prêmios bobos pra quem acertar tudo incentiva bastante, seja um post-it, pirulito ou qualquer coisa do tipo.’

‘Mais dinâmicas’

‘Utilizar as 2h disponíveis para a aula’

Qual foi o aspecto mais positivo que você destacaria nesta abordagem?

‘os jogos’

‘O maior engajamento da turma, devido a dinâmica de quis’

‘As atividades propostas pela dinâmica usada com QRCODE, muito interessante e bem interativa.’

‘A brincadeira do questionário logo após a explicação, o conteúdo tá fresco na nossa cabeça então é ótimo poder exercitar os conceitos logo em seguida.’

‘Os questionários por aula’

‘O interesse que surgiu por parte dos alunos.’

‘Formato de demonstrar o conteúdo legal’

‘O engajamento na aula.’

‘A explicação simples e intuitiva seguida de um questionário simples para facilitar a compreensão.’

‘As aulas foram muito dinâmicas, as atividades sendo no mesmo dia explicação ajudou bastante’

‘A apresentação de um exercício ao final da aula ajuda bastante a fixar o conteúdo ministrado.’

‘O fato de as aulas terem sido dinâmicas auxílio muito a absorção de conhecimento. Deixando marcado na memória de um jeito diferente e até divertido, essa metodologia onde os alunos possuem mais participação foi o ponto mais positivo da abordagem.’

‘A parte teorica de explicar como funciona gosto bastante deixa o aprendizado mas leve’

‘a oportunidade de se expressar quando ouve dúvidas’

‘Saber o que geral acha’

‘Questionário no final da aula para medir a aprendizagem do aluno.’

‘A interatividade durante as aulas.’

‘A dinâmica das aulas deixou o conteúdo mais interessante e fez com que a participação da turma aumentasse’

‘A metodologia e as questões no final da aula ajudaram a entender o conteúdo, assim tornou a aula bem interessante.’

‘Como disse no ponto passado, a metodologia abordada em sala de aula foi muito boa.’

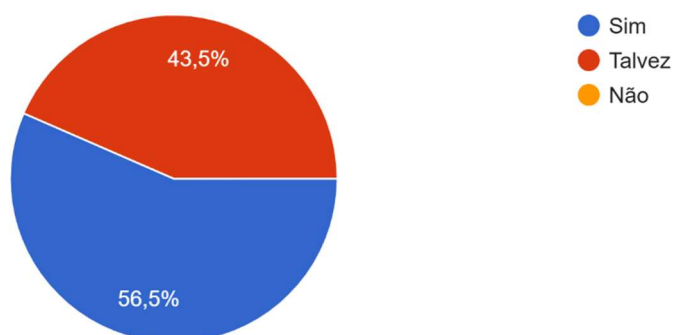
‘Não fica uma aula cansativa, e faz o aluno se divertir enquanto aprende, e até mesmo querer prestar atenção a cada detalhe para acertar mais pontos na hora das perguntas.’

‘Os questionários em sala que ajudavam a memorização do conteúdo’

‘Explicar a teoria e exemplificar como funciona antes de mostrar fórmulas e cálculos’

Você acredita que esta aplicação em sala para o ensino de outros temas seria uma melhor abordagem?

23 respostas



Por favor, compartilhe qualquer comentário adicional ou sugestão que você tenha em relação à pesquisa.

‘adorei a abordagem da professora’

‘As falhas de detecção do software utilizado acabam por atrapalhar o ritmo das aulas ocasionalmente, além da dificuldade de leitura da questões devido ao projetor utilizado.’

‘Acredito que no geral foram aulas bem produtivas, visto que o conteúdo é bem teórico e talvez de difícil absorção. Mas as atividades interativas com QR CODE foram bem importantes pro desenvolvimento.’

‘....’

‘Foi muito bom’

‘A pesquisa foi ótima’

‘Experimento em sala ao invés de só um vídeo seria massa. Conteúdo altamente resumido é uma faca de dois gumes.’

‘Muito bom’

‘Sim.’

‘Nada a declarar’

‘.’

‘Gostaria de mais aulas assim em todo o ensino médio.’

‘Tive uma experiência ótima, já que no passado não tive boas experiências, pude ver que física não precisa ser um bicho de sete cabeças’

‘Gostei dessa abordagem’

‘Tá tudo show’

‘Muitas vezes foi um pouco difícil enxergar as perguntas no slide. Apesar de a utilização do QR code ser bem divertido, o método de avaliação pelo kahoot poderia ser mais prático e eficiente.’

‘Acho que o assunto foi bem explicado e a forma interativa de perguntas e respostas, fez com que a aula fosse mais interessante.’

‘Apesar da física não ser minha área de interesse, a dinâmica das aulas fez com que me sentisse mais próxima da matéria e desenvolveu meu foco nas aulas’

‘O empenho da professora e a linguagem usada na aula, foi um ponto bem positivo.’

‘Só tenho que agradecer, a pesquisa nos levou a aprender muito e de forma bem descontraída e divertida. A professora contribuiu muito para o nosso aprendizado, foi incrível.’

‘Foi um trabalho muito bem feito.’

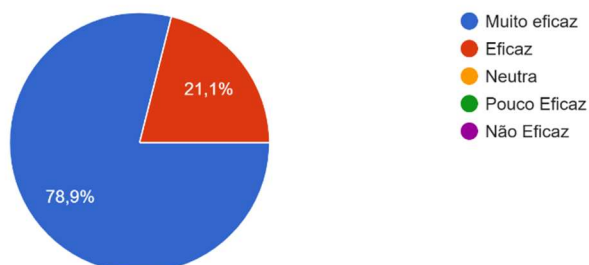
‘As aulas de físicas que eu mais aprendi. As dinâmicas e as informações parceladas por aulas tornaram tudo melhor.’

‘Seria bom se em todo começo de aula tivesse uma breve revisão do que foi visto na anterior’

APÊNDICE I – QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO (GE)

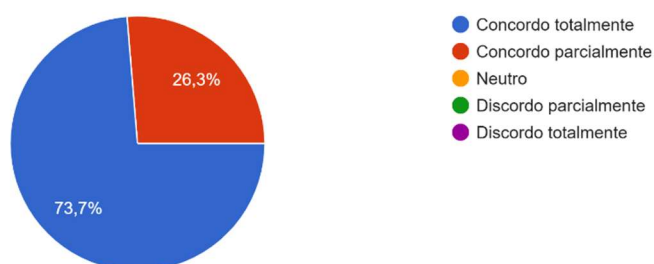
Qual sua opinião sobre a abordagem apresentada em sala na exploração das Ondas Eletromagnéticas na Astronomia?

19 respostas



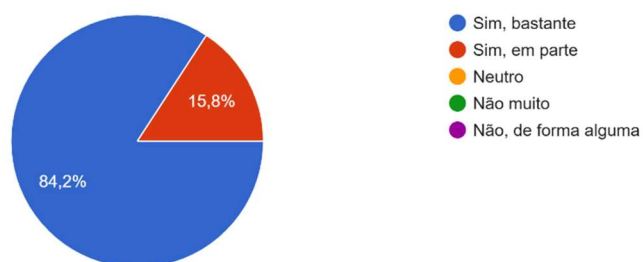
As metodologias utilizadas durante a pesquisa contribuíram para o seu entendimento sobre o tema?

19 respostas



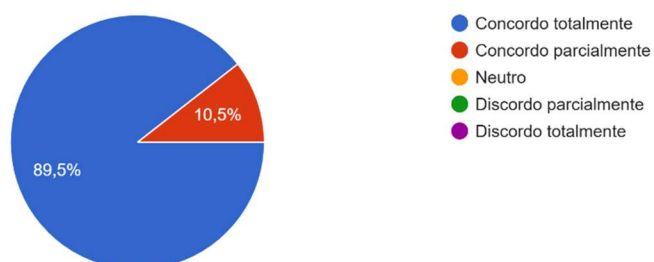
O material disponibilizado na sala foi acessível e enriqueceu sua compreensão das ondas eletromagnéticas na astronomia?

19 respostas



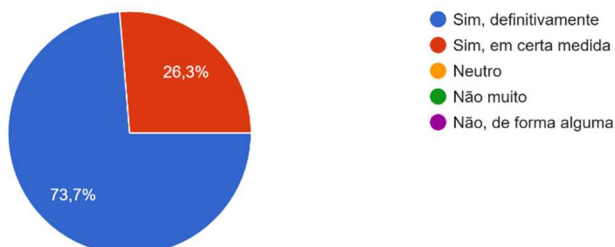
A combinação da sala de aula com a metodologias tornou as aulas mais interessantes e envolventes?

19 respostas



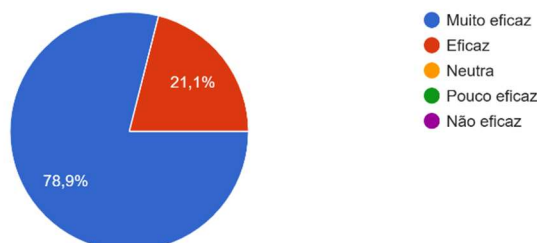
Você acredita que a pesquisa contribuiu para uma maior compreensão da aplicação prática dos conceitos de ondas eletromagnéticas na Astronomia?

19 respostas



Como você avaliaria a eficácia geral da combinação das metodologias propostas no contexto desta pesquisa?

19 respostas



Você teria sugestões para melhorar a abordagem para futuras pesquisas ou implementações em sala de aula?

'Não'

'Não'

'Melhores bonificações'

'Eu acho que seria mais interessante todos os responsáveis apresentarem as aulas e não somente uma única pessoa.'

'Acho que abordagem que foi apresentada nas aulas foram muito boa melhor se continuassem'

'Acho ótima a abordagem, aprendi bastante.'

'Eu acho que só faltou um pouco de ensinar a física na prática mas ela mostrava vídeos que ajudava muito'

'Acredito que foi excelente, um pouco mais de naturalidade'

'Que fossem feitas aulas práticas.'

'Nada em mente'

'Acho que o método abordado foi ótimo, não tenho o que reclamar'

.

'Nenhuma, ótimo trabalho'

‘Mais experimentos práticos’

Qual foi o aspecto mais positivo que você destacaria nesta abordagem?

‘.’

‘A combinação entre um ensino mais dinâmico e aulas de revisões formam um método de ensino que não aplica tanta pressão nos alunos’

‘O envolvimento da turma em garantir a liderança das equipes e a competitividade foi muito interessante.’

‘Dinamica nas aulas interagida’

‘A metodologia usada é muito eficaz devido a facilidade em que o conteúdo foi passado para os alunos, de forma dinâmica, interativa e de fácil entendimento.’

‘Como a gente pode aprender de uma forma rápida e eficaz’

‘A inclusão dos alunos nas aulas’

‘Tudo as aulas bem explicadas e outra coisa as atividades de classe como os jogos as perguntas os quiz isso me ajudou muito a entender a matéria’

‘Acredito que a abordagem direta’

‘Não’

‘A dinâmica de perguntas e respostas, que ajuda a fixar o conteúdo.’

‘As comparações com o nosso cotidiano, o que estudamos sendo aplicado na prática e sobre a astronomia’

‘As atividades todas as aulas que faremos todos interagir e aprender’

‘Os trabalhos feitos pelo app Edpuzzle e os momentos dos cards.’

‘O uso de atividades para se conectar com a turma’

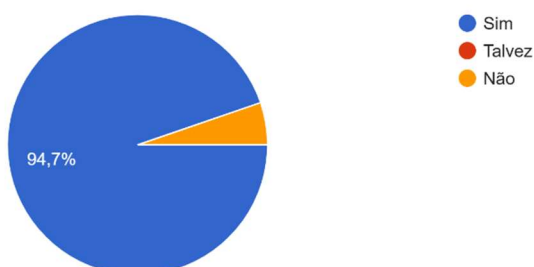
‘o metodo inovador de ensino’

‘Boa didática e aulas legais’

‘A gente socializou mais e tivemos mais oportunidades de falas’

Você acredita que esta aplicação em sala para o ensino de outros temas seria uma melhor abordagem?

19 respostas



Por favor, compartilhe qualquer comentário adicional ou sugestão que você tenha em relação à pesquisa.

‘.’

‘O modelo de atividade e as aulas foram muito dinâmicas e não foram nenhum pouco chatas ou maçantes. Foi tudo muito bom, e com certeza entra no top 5 de melhores disciplinas da turma. Parabéns, PROFA. Vitoria’

‘Gostei muitos!’

‘Só senti falta de algumas aulas práticas em laboratório’

‘Ótimo!’

‘Apresentar um material físico mais demonstrativo pra ter um entendimento melhor em como acontece alguns efeitos’

‘Amei a professora vitória a melhor a maneira de ensinar os vídeos tudo pra mim tudo perfeito’

‘Acho que foi muito boa’

‘Gostei muito’

‘Não tenho’

‘Nada em mente, a disciplina foi muito boa e fácil de entender, não sei se a turma colaborou ou minha equipe, mas foi muito fácil de absorver.’

‘Ta ótimo as aulas’

‘A metodologia e a abordagem aplicadas foram muito boas e de fácil entendimento.’

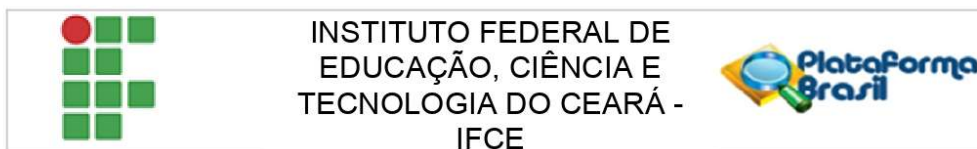
‘As aulas fornecidas foram muito divertidas, por conta das atividades e engajamento com a turma’

‘Muito boa’

‘Mais tarefas, para um aprendizado mais profundo’

‘Mostrar ou fazer experimentos práticos com os alunos’

ANEXO A – PARECER COMITÊ DE ÉTICA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: EXPLORANDO AS ONDAS ELETROMAGNÉTICAS NA ASTRONOMIA: A UTILIZAÇÃO DA SALA DE AULA INVERTIDA ALIADA ÀS METODOLOGIAS ATIVAS

Pesquisador: VITORIA HELLEN JUCA DOS SANTOS

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 75969323.8.0000.5589

Instituição Proponente: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO CEARA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio
Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.638.563

Apresentação do Projeto:

RESUMO: O contexto histórico precarização das práticas educacionais em Astronomia, evidenciam a necessidade de fortalecer o conhecimento nesta área. As reformulações nas Diretrizes Curriculares Nacionais geraram um aumento de pesquisas, mas a aplicação prática dessas descobertas na sala de aula ainda é limitada. Os docentes enfrentam desafios em adotar abordagens estratégicas para tornar a Astronomia mais próxima da realidade escolar. Baseando-se nas metodologias ativas, como a Aprendizagem Baseada em Times, e incorporando a Sala de Aula Invertida, busca-se desenvolver uma proposta de uma sequência didática que integra o Ensino Híbrido com o conteúdo de Ondas Eletromagnéticas, visando abordar aplicações diretas na área de Astronomia. A utilização da 'gamificação' surge como estratégia para facilitar a revisão de conceitos complexos. A busca por métodos de ensino que contribuam significativamente para a área torna-se crucial diante do distanciamento entre o conteúdo e o aluno como sujeito conhecedor para transformar a experiência de aprendizado, tornando-a mais participativa, prática e alinhada com as necessidades dos alunos no Ensino Médio.

METODOLOGIA: O presente projeto possui natureza Básica, com abordagem Quali-Quantitativa de modo a utilizar-se de teorias existentes para construção de um percurso didático em relação ao ensino de Astronomia junto as Metodologia ativas. Designa-se como sendo uma Pesquisa

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703

Bairro: Jardim América

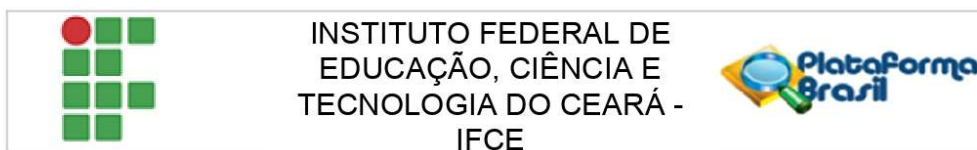
CEP: 60.410-426

UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3401-2332

E-mail: cep@ifce.edu.br



Continuação do Parecer: 6.638.563

Exploratória onde as normas serão adaptadas para se adequar a realidade. Quanto aos procedimentos técnicos, trata-se de um Estudo de Caso, dado que possui um Grupo Específico a ser estudado. Para Meirinhos e Osório (2010), o Estudo de Caso permite estudar o objeto no seu contexto real, utilizando múltiplas fontes de evidência que enquadram-se numa lógica de construção do conhecimento incorporando a subjetividade do investigador, desse modo, requer uma reflexão ponderada do pesquisador quanto aos diversos aspectos. A população a ser estudada são alunos pertencentes ao nível médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), campus Fortaleza. Os critérios de inclusão para participação na pesquisa incluem a posse de matrícula ativa e o consentimento informado. Quanto aos critérios de exclusão, serão considerados alunos sem matrícula ativa, aqueles que recusarem participar, que apresentem incapacidade de consentir, assim como os que realizarem transferências ou desistências ao longo do projeto.

CRITÉRIOS DE INCLUSÃO: posse de matrícula ativa e o consentimento informado

CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO: alunos sem matrícula ativa, aqueles que recusarem participar, que apresentem incapacidade de consentir, assim como os que realizarem transferências ou desistências ao longo do projeto.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário: Desenvolver uma proposta de Ensino Híbrido sobre as Ondas Eletromagnéticas utilizando a Metodologia Ativa: Aprendizagem Baseada em Times.

Objetivo Secundário:

Aplicar e Analisar a Aprendizagem Baseada em Times como abordagem;

Analisar o uso da metodologia 'gamificada' como facilitador na Revisão de conceitos; Verificar o impacto da Sala de Aula Invertida como auxílio na proposta de ensino.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: Os riscos envolvidos na pesquisa são de natureza psicológica como: Cansaço ou aborrecimento ao responder os testes; Desconforto; constrangimento ou alterações de comportamento durante as atividades em grupo.

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703

Bairro: Jardim América

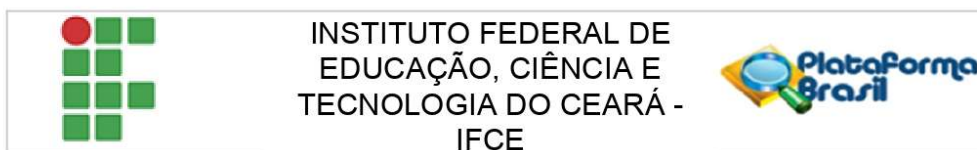
CEP: 60.410-426

UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3401-2332

E-mail: cep@ifce.edu.br



Continuação do Parecer: 6.638.563

Benefícios: Os possíveis benefícios podem ser listados como: Uma nova proposta de ensino de Astronomia do Ensino Médio; Engajamento dos Alunos; Compreensão Aprofundada; Promover a colaboração e convivência entre os alunos em seu aprendizado.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PGECEM) do Instituto Federal do Ceará, campus Fortaleza.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Constam os termos obrigatórios: Folha de rosto, Informações Básicas do Projeto, Orçamento, Cronograma, Declaração de compromisso de apresentação dos resultados, Declaração de garantia de regresso dos benefícios da pesquisa, Termo de Autorização e existência de infraestrutura, Termo de consentimento livre e esclarecido, Termo de Assentimento livre e esclarecido, e questionário.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Projeto sem pendências.

Considerações Finais a critério do CEP:

Parecer consubstanciado de aprovação disponível na pasta (ou diretório) "Pareceres".

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2245734.pdf	12/01/2024 12:17:51		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO12012024.pdf	12/01/2024 12:15:59	VITORIA HELLEN JUCA DOS SANTOS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Tcle_paiscorrigido.pdf	20/11/2023 18:46:31	VITORIA HELLEN JUCA DOS SANTOS	Aceito
Outros	regresso_debem.pdf	16/11/2023 20:11:13	VITORIA HELLEN JUCA DOS SANTOS	Aceito
Declaração de Pesquisadores	garantia.pdf	16/11/2023 20:00:15	VITORIA HELLEN JUCA DOS SANTOS	Aceito
Declaração de Pesquisadores	compromisso.pdf	16/11/2023 20:00:00	VITORIA HELLEN JUCA DOS SANTOS	Aceito
Outros	questionarios_.pdf	16/11/2023 19:58:31	VITORIA HELLEN JUCA DOS SANTOS	Aceito

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703

Bairro: Jardim América

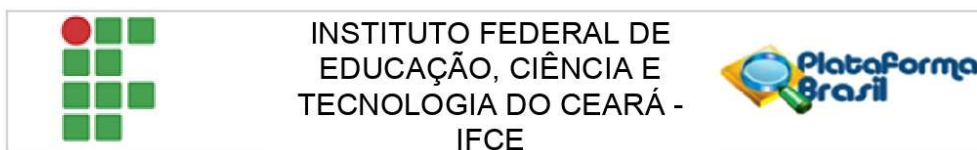
CEP: 60.410-426

UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3401-2332

E-mail: cep@ifce.edu.br



Continuação do Parecer: 6.638.563

TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	tcle_alunos.pdf	16/11/2023 19:57:13	VITORIA HELLEN JUCA DOS SANTOS	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_revisado1123.pdf	16/11/2023 19:56:51	VITORIA HELLEN JUCA DOS SANTOS	Aceito
Orçamento	orcamento.pdf	16/11/2023 19:56:37	VITORIA HELLEN JUCA DOS SANTOS	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	estrutura_.pdf	16/11/2023 19:55:46	VITORIA HELLEN JUCA DOS SANTOS	Aceito
Cronograma	cronograma_exc.pdf	16/11/2023 19:55:31	VITORIA HELLEN JUCA DOS SANTOS	Aceito
Folha de Rosto	folhaderosto.pdf	16/11/2023 19:55:11	VITORIA HELLEN JUCA DOS SANTOS	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

FORTALEZA, 06 de Fevereiro de 2024

Assinado por:
Emmanuel Alves Carneiro
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703
Bairro: Jardim América **CEP:** 60.410-426
UF: CE **Município:** FORTALEZA
Telefone: (85)3401-2332 **E-mail:** cep@ifce.edu.br