



UESB
Universidade Estadual
do Sudoeste da Bahia



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO 62

JEAN BARBOSA PESSOA

**RADIOFREQUÊNCIA: DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA
DE ENSINO FUNDAMENTADA NA EXPERIMENTAÇÃO**

VITÓRIA DA CONQUISTA - BAHIA
2025

JEAN BARBOSA PESSOA

RADIOFREQUÊNCIA: DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA
DE ENSINO FUNDAMENTADA NA EXPERIMENTAÇÃO

Dissertação apresentada ao Polo 62 do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Orientadora: Profa. Dra. Sandra Cristina
Ramos

Coorientador: Prof. Dr. Jorge Anderson Paiva
Ramos

VITÓRIA DA CONQUISTA - BAHIA
2025

P568r

Pessoa, Jean Barbosa.

Radiofrequência: desenvolvimento e aplicação de uma sequência de ensino fundamentada na experimentação / Jean Barbosa Pessoa, 2026.

147 f. : il.

Orientador (a): Dr.^a Sandra Cristina Ramos.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-graduação do Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, Vitória da Conquista, 2026.

Inclui referências F. 110 - 111

Contem produto educacional.

1. Ensino de física. 2. Ondas eletromagnéticas. 3. Três Momentos Pedagógicos. 4. Rádio. I. Ramos, Sandra Cristina. II. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF. III. T.

CDD 530.07

Catálogo na fonte: Karolyne Alcântara Profeta – CRB 5/2134

Bibliotecária UESB – Campus Vitória da Conquista -BA



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO - PPG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL
EM ENSINO DE FÍSICA - MNPEF
Área de concentração: Ensino de Física



**RADIOFREQUÊNCIA: DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO
FUNDAMENTADA NA EXPERIMENTAÇÃO.**

AUTORIA: JEAN BARBOSA PESSOA

DATA DE APROVAÇÃO: 13 DE MARÇO DE 2026

Este exemplar corresponde à versão final da Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, em convênio com a Sociedade Brasileira de Física – SBF, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Área de concentração: Ensino de Física.

COMISSÃO JULGADORA

Prof^ª. Dr^ª. Sandra Cristina Ramos
Presidente da Banca Examinadora/Orientador

Documento assinado digitalmente
gov.br SANDRA CRISTINA RAMOS
Data: 14/03/2026 20:54:11-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Carlos Takiya
Examinador interno

Documento assinado digitalmente
gov.br CARLOS TAKIYA
Data: 15/03/2026 14:18:52-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Márcio Oliveira D'Esquivel
Examinador externo

Documento assinado digitalmente
gov.br MARCIO OLIVEIRA D'ESQUIVEL
Data: 16/03/2026 18:49:35-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

2026



Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Física - MNPEF
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB
Estrada do Bem Querer Km, 04, Vitória da Conquista - BA
CEP: 45031-300

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO - PPG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL
EM ENSINO DE FÍSICA - MNPEF
Área de concentração: Ensino de Física



ATA DE BANCA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Aos treze dias do mês de março de 2026, às 14h, via videoconferência, pela plataforma GoogleMeet, instalou-se a Banca Examinadora para avaliação da dissertação intitulada *RADIOFREQUÊNCIA: DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO FUNDAMENTADA NA EXPERIMENTAÇÃO*, de autoria de Jean Barbosa Pessoa, discente do Programa de Pós-Graduação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. A banca examinadora foi presidida pela professora Dr^a. Sandra Cristina Ramos, orientadora do mestrando e contou com a participação do professor Dr. Márcio Oliveira D'Esquivel e do professor Dr. Carlos Takiya, na condição de examinadores; tendo sido APROVADO. Entretanto, para que o respectivo título possa ser concedido, com as prerrogativas legais dele advindas, o exemplar definitivo da referida dissertação deverá ser entregue, na secretaria do mestrado, em um prazo máximo de 60 (sessenta) dias, com as alterações e/ou correções sugeridas pelos membros da banca, para que possa ser homologado pelas instâncias competentes da UESB.

Documento assinado digitalmente
gov.br SANDRA CRISTINA RAMOS
Data: 14/03/2026 20:52:19-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof^a. Dr^a. Sandra Cristina Ramos
Presidente da Banca Examinadora/Orientador

Documento assinado digitalmente
gov.br CARLOS TAKIYA
Data: 15/03/2026 14:21:00-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. Carlos Takiya
Examinador interno

Documento assinado digitalmente
gov.br MARCIO OLIVEIRA D'ESQUIVEL
Data: 16/03/2026 18:49:35-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. Márcio Oliveira D'Esquivel
Examinador externo

Documento assinado digitalmente
gov.br JEAN BARBOSA PESSOA
Data: 20/03/2026 15:05:24-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Jean Barbosa Pessoa
Discente

Documento assinado digitalmente
gov.br WAGNER DUARTE JOSE
Data: 23/03/2026 21:03:51-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. Wagner Duarte José
Coordenador do PPG-MNPEF

2026



Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Física - MNPEF
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB
Estrada do Bem Querer Km, 04, Vitória da Conquista - BA
CEP: 45031-300

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, pela saúde e pela força concedida em cada etapa dessa caminhada. Mesmo nos momentos de cansaço e incerteza, sua presença foi fundamental para que eu pudesse seguir em frente, com fé, esperança e perseverança.

À minha companheira Paloma, pelo amor, paciência, compreensão e apoio incondicional ao longo de todo esse percurso. Sua presença foi essencial nos momentos mais desafiadores, tornando o caminho mais leve e significativo. Este trabalho também é fruto do seu incentivo constante e da confiança que sempre depositou em mim.

À minha orientadora, professora Sandra, pela dedicação, atenção e orientação cuidadosa durante o desenvolvimento desta pesquisa. Seus ensinamentos, contribuições e disponibilidade foram fundamentais para o amadurecimento acadêmico deste trabalho e para o meu crescimento profissional.

À minha família, pelo apoio, incentivo e compreensão ao longo de toda a trajetória acadêmica. Mesmo à distância ou nos silêncios necessários, sempre estiveram presentes, oferecendo base, afeto e motivação para que eu não desistisse.

Ao meu amigo Giovani, companheiro desde a graduação, com quem compartilhei vivências acadêmicas, desafios, aprendizados e reflexões ao longo dos anos. Sua amizade, parceria e troca constante de experiências foram fundamentais para a construção do meu percurso na área acadêmica e para a consolidação deste trabalho.

A todos os professores, colegas e demais pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desta dissertação, deixo meu sincero agradecimento.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001.

*“Nada do que é construído com sentido acontece de forma imediata;
é no percurso, entre erros e acertos, que o aprendizado ganha valor.”*

Freire, 1996.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo investigar o ensino das ondas eletromagnéticas no Ensino Médio, a partir da utilização do rádio como contexto didático, buscando tornar a aprendizagem mais significativa, contextualizada e próxima da realidade dos estudantes. A pesquisa fundamenta-se na compreensão de que muitos alunos percebem esse conteúdo como abstrato e distante de suas experiências cotidianas, o que dificulta o processo de ensino-aprendizagem. Para enfrentar essa problemática, foi elaborada e aplicada uma sequência didática estruturada na metodologia dos Três Momentos Pedagógicos, integrando problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento, com foco no estudo da comunicação via rádio e em seus aspectos históricos, sociais e tecnológicos. A pesquisa possui caráter aplicado, qualitativo e intervencionista, sendo desenvolvida com estudantes do Ensino Médio por meio de aulas expositivas dialogadas, atividades experimentais, construção de um protótipo de rádio, uso de recursos digitais, questionários diagnósticos e avaliativos, além da elaboração de mapas conceituais. Os dados coletados foram analisados a partir dos registros das atividades, das respostas dos estudantes e das observações realizadas durante a intervenção pedagógica. Os resultados indicam que a proposta contribuiu de forma significativa para a compreensão dos conceitos físicos relacionados às ondas eletromagnéticas, à modulação AM e FM e ao funcionamento das rádios, além de despertar nos estudantes a capacidade de relacionar o conhecimento científico com situações do cotidiano. Conclui-se que o uso do rádio como recurso pedagógico, aliado à metodologia dos Três Momentos Pedagógicos, mostrou-se uma estratégia eficaz para o ensino de Física, promovendo a articulação entre ciência, tecnologia e sociedade, bem como o desenvolvimento de uma aprendizagem mais crítica, contextualizada e significativa.

Palavras-chave: Ondas eletromagnéticas; Ensino de Física; Três Momentos Pedagógicos; Rádio.

ABSTRACT

This study aims to investigate the teaching of electromagnetic waves in high school using radio as a didactic context, seeking to make learning more meaningful, contextualized, and closer to students' everyday reality. The research is based on the understanding that many students perceive this content as abstract and distant from their daily experiences, which hinders the teaching–learning process. To address this issue, a teaching sequence structured according to the Three Pedagogical Moments methodology was designed and implemented, integrating initial problematization, knowledge organization, and knowledge application, with a focus on the study of radio communication and its historical, social, and technological aspects. The research has an applied, qualitative, and interventionist nature and was carried out with high school students through dialogic expository classes, experimental activities, construction of a radio prototype, use of digital resources, diagnostic and evaluative questionnaires, and the development of concept maps. The collected data were analyzed based on activity records, students' responses, and observations made during the pedagogical intervention. The results indicate that the proposal significantly contributed to the understanding of physical concepts related to electromagnetic waves, AM and FM modulation, and the operation of radio systems, as well as fostering students' ability to relate scientific knowledge to everyday situations. It is concluded that the use of radio as a pedagogical resource, combined with the Three Pedagogical Moments methodology, proved to be an effective strategy for teaching Physics, promoting the articulation between science, technology, and society, as well as the development of more critical, contextualized, and meaningful learning.

Keywords: Electromagnetic waves; Physics teaching; Three Pedagogical Moments; Radio.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Espectro eletromagnético.....	29
Figura 2: Propagação de onda AM.....	30
Figura 3: Propagação de onda FM.....	30
Figura 4: Amplitude Modulada (AM)	33
Figura 5: Frequência Modulada (FM)	34
Figura 6: Do rádio ao streaming.....	55
Figura 7: Simulação PhET.....	59
Figura 8: Apresentação da onda portadora e da onda sonora.	61
Figura 9: Representação da onda sonora modulada em amplitude (AM) e em frequência (FM).	61
Figura 10: Experimento de ondas estacionárias	63
Figura 11: Circuito da Rádio	65
Figura 12: Momento de aula 1.....	70
Figura 13: Momento de aula 2.....	71
Figura 14: Respostas dos estudantes para o primeiro questionário: 1º Questão	72
Figura 15: Respostas dos estudantes para o primeiro questionário: 2º Questão	74
Figura 16: Respostas dos estudantes para o primeiro questionário: 3º Questão	77
Figura 17: Respostas dos estudantes para o primeiro questionário: 4º Questão	78
Figura 18: Respostas dos estudantes para o primeiro questionário: 5º Questão	81
Figura 19: Funcionamento do rádio	82
Figura 20: Respostas dos estudantes para o primeiro questionário: 6º Questão	83
Figura 21: Respostas dos estudantes para o primeiro questionário: 7º Questão	86
Figura 22: Representação de ondas	90
Figura 23: Respostas dos estudantes para o primeiro questionário: 8º Questão	91
Figura 24: Momento de aula 3.....	92
Figura 25: Momento de aula 4.....	93
Figura 26: Momento de aula 5.....	93
Figura 27: Mapa mental 1.....	98
Figura 28: Mapa Mental 2	98
Figura 29: Momento de aula 6.....	99
Figura 30: Questão 1	100
Figura 31: Questão 2	101
Figura 32: Momento de aula 7.....	103
Figura 33: Momento de aula 8.....	103
Figura 34: Respostas dos estudantes para o terceiro questionário: 2º, 3º e 5º Questão.....	104

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Pesquisa no Caderno Brasileiro de Ensino de Física.....	19
Tabela 2: Pesquisa na revista Investigações em Ensino de Ciências	21
Tabela 3: Pesquisa na Revista Brasileira de Ensino de Física.....	22
Tabela 4: Pesquisa na Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia	23
Tabela 5: Pesquisa na Revista do Professor de Física	25
Tabela 6: Pesquisa no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física	26
Tabela 7: Parâmetros estabelecidos pela Anatel (2022) para operacionalização de uma rádio escola	40
Tabela 8: Cronograma da aplicação da Sequência	53
Tabela 9: Análise da primeira e segunda questão.....	94
Tabela 10: Análise da terceira e quarta questão	95
Tabela 11: Análise da quinta questão	95
Tabela 12: Análise da sexta questão.....	96
Tabela 13: Análise da sétima e oitava questão	96
Tabela 14: Análise da nona e décima questão	97

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

AM – Amplitude Modulada

ANATEL – Agência Nacional de Telecomunicações

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CBEF – Caderno Brasileiro de Ensino de Física

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

FM – Frequência Modulada

IENCI – Investigações em Ensino de Ciências

LC – Indutor-Capacitor (circuito oscilatório)

MNPEF – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

RBEF – Revista Brasileira de Ensino de Física

RBECT – Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia

RPF – Revista do Professor de Física

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1 UM POUCO DE MINHA TRAJETÓRIA PROFISSIONAL, FORMAÇÃO	15
2. REVISÃO DA LITERATURA	18
2.1 CBEF - Caderno Brasileiro de Ensino de Física	19
2.2 IENCI- Investigações em Ensino de Ciências	21
2.3 RBEF - Revista Brasileira de Ensino de Física	22
2.4 RBECT - Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia	23
2.5 RPF - Revista do Professor de Física	24
2.6 MNPEF – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física	26
3. ONDAS ELETROMAGNÉTICAS	28
3.1 O rádio como objeto tecnológico e científico	28
3.2 Ondas eletromagnéticas: fundamentos e propriedades	28
3.3 Circuito oscilatório e geração do sinal	30
3.4 Modulação do sinal: AM e FM	31
3.5 Modulação em Amplitude (AM)	31
3.6 Modulação em Frequência (FM)	32
3.7 Modulação do sinal: AM e FM	33
3.8 O princípio da modulação	33
3.9 Amplitude Modulada (AM)	33
3.10 Frequência Modulada (FM)	34
3.11 As Equações de Maxwell para o eletromagnetismo	34
3.11.1A Lei de Indução Eletromagnética de Faraday	35
3.11.2 As Equações de Maxwell	35
3.11.3 Lei de Gauss para o campo elétrico	36
3.11.4 Lei de Gauss para o magnetismo	36
3.11.5 Lei de Faraday	37
3.11.6 Lei de Ampère-Maxwell	37
4. CONTRIBUIÇÃO DA FÍSICA E O PRODUTO EDUCACIONAL	38
4.1 Finalidade do produto educacional miniestação de rádio	40
4.2 Especificidade e Conceitos de Física Trabalhados	41
4.3 Recursos digitais no ensino de Física – PhET	42
4.4 Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF)	43
5 PRESSUPOSTOS DA SEQUENCIA DIDÁTICA	45
5.1 Primeiro Momento: a problematização inicial	45
5.2 Segundo Momento: a organização do conhecimento	46
5.3 Terceiro Momento: a aplicação do conhecimento	46

5.4 Os Três Momentos Pedagógicos e Tema Abordado	47
6. SEQUÊNCIA DIDÁTICA E ASPECTOS METODOLÓGICOS	49
6.1 Caracterização do local de aplicação da pesquisa	50
6.2 – Implementação e desenvolvimento da Sequência Didática	52
6.3 Características das Intervenções	68
7. RESULTADOS E DISCUSSÕES	69
7.1 Problemática inicial	69
7.2 Segundo Momento: Organização do Conhecimento	92
7.3 Terceiro Momento: Aplicação do Conhecimento	102
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	108
9. REFERÊNCIAS	110
10. ANEXOS	112
1. INTRODUÇÃO	121
2.1 (1º MOMENTO): PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL	126
2.2 (2º MOMENTO): ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO	128
2.3 (3º momento): APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO	131
2. REFERÊNCIAS	134
3. APÊNDICES	135

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, tem-se intensificado o debate sobre as metodologias de ensino da Física no Ensino Médio. Diversos estudos e práticas pedagógicas vêm defendendo a necessidade de tornar as aulas mais atrativas, apostando em recursos lúdicos, experimentações e contextualizações (SILVA; SILVA, 2018; ANDRADE et al., 2020; FERREIRA; MOURA, 2019). Embora essa tendência tenha méritos inegáveis, como o aumento do interesse dos estudantes e a aproximação da ciência ao seu cotidiano, há um ponto que merece atenção crítica: a desvalorização, por vezes explícita, do ensino e do domínio dos cálculos matemáticos.

A defesa de uma Física mais "leve" e "acessível", quando mal interpretada, pode levar a uma perigosa omissão da natureza quantitativa da disciplina. O cálculo não é um adereço ou um obstáculo que se coloca entre o estudante e o conhecimento físico; pelo contrário, ele é parte constitutiva da Física enquanto ciência. Negar isso em nome de aulas mais atrativas pode comprometer seriamente a formação científica dos alunos, privando-os da capacidade de compreender e aplicar conceitos fundamentais.

Não se trata de defender um ensino mecânico ou excessivamente técnico. O desafio está justamente em equilibrar os elementos conceituais, históricos, experimentais e matemáticos da Física. Tornar as aulas atrativas não pode significar a exclusão do raciocínio lógico-matemático, mas sim encontrar formas criativas de desenvolvê-lo junto aos demais aspectos da disciplina.

Ignorar os cálculos em sala de aula pode até gerar engajamento imediato, mas a longo prazo contribui para a formação de estudantes que carecem de ferramentas para compreender os fenômenos físicos em sua totalidade. A Física perde sua identidade, e o aluno, sua autonomia intelectual. Portanto, é preciso cautela, o esforço por aulas significativas e envolventes não deve vir à custa da essência da disciplina. O verdadeiro desafio do ensino de Física está em integrar os aspectos conceituais e matemáticos de maneira didática, sem sacrificar nenhum deles.

Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo geral proporcionar aos estudantes uma inserção prática para a abordagem de conceitos de radiofrequência, com auxílio de um experimento que permite gerar ondas de rádio. A intervenção pedagógica será feita pela aplicação de uma sequência didática dos Três Momentos Pedagógicos. Os objetivos específicos, visam explorar as características das radiofrequências e das ondas de Amplitude Modulada (AM) e Frequência Modulada (FM); aplicar a metodologia dos Três Momentos Pedagógicos como estratégia para a elaboração da sequência didática; promover o interesse dos estudantes pela Física, demonstrando sua aplicação prática e a relevância do tema em seu

cotidiano; e desenvolver um Produto Educacional que possa ser replicado em outros contextos escolares, com as devidas adequações, caso necessário.

O trabalho está estruturado em oito capítulos. No primeiro capítulo, apresenta-se a introdução, que contextualiza o problema, justifica a pesquisa, expõe os objetivos e descreve a organização do estudo. No segundo capítulo, corresponde à revisão bibliográfica, resultado de um levantamento nas principais revistas de ensino de Ciências e Física, no período de 2000 a 2024. Essa seção destaca a originalidade desta pesquisa ao evidenciar a ausência de trabalhos que articulem o ensino de ondas eletromagnéticas com o rádio, contextualizando-o pela metodologia da sequência didática dos Três Momentos Pedagógicos.

O terceiro capítulo aborda-se a fundamentação conceitual da Física, com foco específico no estudo das ondas eletromagnéticas. O quarto capítulo apresenta a contribuição da Física por meio do produto educacional, descrevendo o rádio como recurso didático para o ensino de ondas eletromagnéticas e sua inserção na sequência didática fundamentada nos Três Momentos Pedagógicos.

O quinto capítulo descreve o referencial teórico que sustenta a sequência didática aplicada, enfatizando a importância do rádio como recurso didático e sua relevância histórica, social e cultural no desenvolvimento das comunicações.

No sexto capítulo, é apresentada a metodologia da pesquisa, detalhando o caráter aplicado, qualitativo e intervencionista ao estudo, bem como a elaboração e a aplicação da sequência didática, fundamentada nos Três Momentos Pedagógicos, na qual se integraram teoria, prática experimental e análise crítica.

O sétimo capítulo expõe os resultados e as discussões obtidas durante a intervenção, analisando o desenvolvimento das atividades e o impacto da proposta pedagógica na aprendizagem dos estudantes, além de apontar reflexões sobre o papel do rádio e das ondas eletromagnéticas no ensino de Física.

No oitavo capítulo apresenta-se a conclusão do trabalho, retomando os objetivos propostos e avaliando em que medida foram alcançados, além de refletir sobre as contribuições da proposta para o ensino de Física e sugerir caminhos para futuras investigações na área.

1.1 UM POUCO DE MINHA TRAJETÓRIA PROFISSIONAL, FORMAÇÃO

Minha trajetória acadêmica teve início com o ingresso no curso de Licenciatura em Física da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), no segundo semestre de 2017, com conclusão em 2022. Ao longo da graduação, o contato com diferentes áreas da Física

contribuiu para a construção da minha formação, mas foi no estudo da eletricidade e do magnetismo que encontrei maior identificação. Embora reconhecidamente complexos e abstratos, esses conteúdos sempre me chamaram a atenção pela forte relação com o cotidiano e pelas inúmeras aplicações tecnológicas presentes no dia a dia.

Curiosamente, a docência não se configurava, naquele momento, como um objetivo profissional. A escolha pelo curso não estava inicialmente associada ao desejo de ser professor. No entanto, ao ingressar na sala de aula e vivenciar o cotidiano escolar, essa perspectiva foi sendo gradualmente transformada. A experiência de ensinar, de dialogar com os estudantes e de perceber seus avanços e dificuldades despertou em mim o interesse pela profissão docente e a necessidade de refletir de forma mais profunda sobre o ensino de Física.

Esse movimento de aproximação com a prática pedagógica se fortaleceu durante o desenvolvimento do Trabalho de Conclusão de Curso, realizado na área de magnetismo. O trabalho consistiu na elaboração de um experimento com o auxílio de uma placa Arduino e de um sensor capaz de detectar o campo magnético produzido por ímãs. A realização dessa atividade evidenciou, de maneira concreta, como conceitos frequentemente considerados abstratos podem ganhar significado quando associados à experimentação. A resposta positiva dos estudantes diante do experimento reforçou a percepção de que a Física, quando vivenciada de forma prática, desperta curiosidade, interesse e maior envolvimento no processo de aprendizagem.

A atuação como professor de Física teve início em 2022, no Ensino Médio, no município de Ibicoara-Ba. A vivência em sala de aula possibilitou um contato mais direto com as dificuldades enfrentadas pelos estudantes, especialmente no que se refere à resolução de problemas que exigem conhecimentos matemáticos básicos. Essa realidade evidenciou a necessidade de pensar estratégias didáticas que não apenas apresentassem os conceitos físicos, mas que também auxiliassem os alunos a compreenderem o sentido desses conteúdos. Nesse contexto, as atividades experimentais e contextualizadas mostraram-se caminhos promissores para tornar as aulas mais atrativas e próximas da realidade dos estudantes.

Foi a partir dessas inquietações surgidas na prática docente que se deu o ingresso no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF). O programa representou um espaço fundamental de formação continuada, ao possibilitar a articulação entre fundamentos teóricos da educação e propostas metodológicas voltadas para o ensino de Física na educação básica. Ao longo do MNPEF, tornou-se possível repensar a prática pedagógica, compreender melhor os desafios do ensino da disciplina e desenvolver um produto educacional alinhado às demandas reais da sala de aula.

A escolha do rádio como eixo temático do produto educacional nasceu de uma experiência simples, porém profundamente significativa, vivenciada no ambiente escolar. Durante uma conversa informal com o jardineiro da escola, conhecido como Seu Salvinho, chamou atenção o fato de que, mesmo sem possuir formação técnica ou acadêmica formal, ele demonstrava grande habilidade na montagem e no conserto de rádios, além de construir seus próprios transmissores de rádio. Seu conhecimento, adquirido ao longo da vida por meio da experiência prática com eletrônica, permitia-lhe aplicar princípios físicos de maneira eficiente, ainda que os conceitos teóricos não estivessem sistematizados nos moldes da ciência escolar. Essa vivência provocou reflexões importantes sobre a relação entre o conhecimento empírico e o conhecimento científico, evidenciando que a Física está presente para além dos livros didáticos e que a escola pode, e deve assumir o papel de mediadora entre esses diferentes saberes.

A partir dessas experiências, o rádio passou a ser compreendido não apenas como um recurso didático, mas como um elemento capaz de articular a Física escolar com a realidade vivida fora dos muros da escola. Sua presença no cotidiano, aliada à sua relevância histórica no processo de comunicação e transformação social, oferece um campo fértil para a abordagem de conceitos relacionados à eletricidade, às ondas eletromagnéticas e à transmissão de sinais de forma contextualizada e significativa. Ao eleger o rádio como eixo estruturante do produto educacional, esta dissertação expressa uma trajetória acadêmica e profissional marcada por inquietações, encontros e reflexões sobre o ensinar e o aprender Física, assumindo o compromisso de aproximar o conhecimento científico das experiências concretas dos estudantes, em consonância com os princípios formativos do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Para a realização da revisão bibliográfica, foi feito um levantamento teórico em revistas científicas da área de ensino de Física e Ciências com o objetivo de identificar produções que abordem o ensino de ondas eletromagnéticas, especialmente em articulação com a comunicação via rádio e o uso de metodologias didáticas contextualizadas.

As revistas analisadas foram: Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF), Investigações em Ensino de Ciências (IENCI), Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF), Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia (RBECT), Revista do Professor de Física (RPF) e os repositórios do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) a qual se fazem relevantes para esta pesquisa.

A seleção das revistas e repositórios utilizados na presente revisão da literatura fundamenta-se em critérios de relevância acadêmica, abrangência na área de Ensino de Física e Ciências, bem como no reconhecimento dessas fontes no cenário nacional de pesquisa em educação científica. Foram priorizados periódicos consolidados que publicam investigações voltadas tanto para aspectos teóricos quanto para práticas pedagógicas, especialmente no contexto da Educação Básica.

Nesse sentido, a escolha do Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF), da Investigações em Ensino de Ciências (IENCI) e da Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF) justifica-se por serem periódicos tradicionais e amplamente reconhecidos na área, com significativa produção científica relacionada ao ensino de conceitos físicos, metodologias didáticas e formação de professores. Essas revistas apresentam rigor acadêmico e diversidade temática, sendo referências importantes para pesquisadores da área.

A inclusão da Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia (RBECT) amplia o escopo da análise ao contemplar trabalhos que articulam ciência, tecnologia e ensino, aspecto diretamente relacionado à proposta desta pesquisa, que busca integrar conteúdos de Física com aplicações tecnológicas, como a comunicação via rádio. De forma complementar, a Revista do Professor de Física (RPF) foi selecionada por seu foco mais direcionado à prática docente, possibilitando identificar produções voltadas à sala de aula e ao cotidiano escolar.

Além dos periódicos, optou-se por incluir o repositório do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), por se tratar de um importante espaço de divulgação de pesquisas aplicadas ao ensino, com ênfase na elaboração de produtos educacionais e propostas didáticas inovadoras. A análise das dissertações desse programa

permite compreender tendências atuais e práticas pedagógicas desenvolvidas por professores em exercício.

Outro critério relevante na escolha das fontes foi o recorte temporal adotado (2000 a 2024), que possibilita abranger tanto produções consolidadas quanto estudos mais recentes, permitindo uma visão atualizada do estado da arte sobre o ensino de ondas eletromagnéticas e suas possíveis articulações com contextos tecnológicos e metodologias de ensino.

A seleção dessas fontes mostrou-se adequada ao evidenciar não apenas a presença de estudos sobre ondas eletromagnéticas e metodologias de ensino, mas também lacunas importantes na literatura, nas revistas pesquisadas, especialmente no que se refere à articulação entre o ensino desse conteúdo, a comunicação via rádio e o uso de abordagens contextualizadas, como os Três Momentos Pedagógicos. Dessa forma, as revistas e o repositório escolhidos contribuíram significativamente para fundamentar a relevância e a originalidade da presente pesquisa.

A seguir, são apresentados os resultados e as análises correspondentes para cada fonte consultada.

2.1 CBEF - Caderno Brasileiro de Ensino de Física

Tabela 1: Pesquisa no Caderno Brasileiro de Ensino de Física

<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>

CBEF - Caderno Brasileiro de Ensino de Física		
PALAVRA-CHAVE	NÚMERO DE RESULTADOS	CONSIDERAÇÕES
Ondas eletromagnéticas	5	Dos resultados encontrados apenas um trata-se das ondas eletromagnéticas para a comunicação.
Ondas de rádio	1	O trabalho encontrado explora o conceito de onda portadora.
Três momentos pedagógicos	3	Dos resultados encontrados nenhum faz referência aos estudos das ondas eletromagnéticas.
Rádio e ensino de Física	0	Não foi encontrado trabalhos para esse campo de pesquisa.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025

Com base no levantamento realizado na revista Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF), observa-se que, embora o tema geral das ondas eletromagnéticas esteja presente em alguns trabalhos, há pouca produção específica que relacione diretamente esse conteúdo à comunicação via rádio, ou que o aborde dentro de abordagens metodológicas contextualizadas, como os Três Momentos Pedagógicos.

A busca pela palavra-chave “Ondas eletromagnéticas” resultou em cinco trabalhos, mas apenas um deles abordava explicitamente o uso das ondas eletromagnéticas para fins de comunicação, o que revela uma lacuna na literatura, nas revistas escolhidas, sobre o ensino desse conteúdo associado a contextos tecnológicos reais, como o rádio. Esse dado reforça a originalidade do presente trabalho, que propõe exatamente essa articulação entre conteúdo físico e aplicação social.

No caso da palavra-chave “Ondas de rádio”, foi localizado apenas um artigo, o qual explora o conceito de onda portadora. Embora relevante, esse resultado ainda aponta para uma baixa incidência de produções que abordem o ensino de ondas de rádio de forma mais ampla e contextualizada, o que demonstra que a proposta aqui desenvolvida, ao inserir a construção de um transmissor e a história do rádio como eixo integrador, representando uma contribuição inovadora ao campo.

A busca por “Três Momentos Pedagógicos” retornou três trabalhos, porém nenhum deles estava relacionado ao ensino de ondas eletromagnéticas. Isso evidencia que, embora a metodologia seja discutida na área de ensino de Física, ainda há pouca exploração da sua aplicação no ensino de conteúdos ligados à Física moderna e contemporânea, como é o caso das ondas eletromagnéticas e da comunicação.

Nenhum resultado foi encontrado para a expressão “Rádio e ensino de Física”, o que confirma a originalidade temática deste trabalho. A proposta de utilizar o rádio como contexto para o ensino de Física, com atividades práticas e articulação entre ciência, tecnologia e sociedade, preenche uma lacuna existente, dentre as revistas escolhidas, na literatura da área.

2.2 IENCI- Investigações em Ensino de Ciências

Tabela 2: Pesquisa na revista Investigações em Ensino de Ciências

<https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci>

IENCI- Investigações em Ensino de Ciências		
PALAVRA-CHAVE	NÚMERO DE RESULTADOS	CONSIDERAÇÕES
Ondas eletromagnéticas	1	O trabalho encontrado não trata das ondas eletromagnéticas para a comunicação.
Ondas de rádio	1	O trabalho encontrado trata-se do estudo de estrelas.
Três momentos pedagógicos	7	Dos resultados encontrados nenhum faz referência aos estudos das ondas eletromagnéticas.
Rádio e ensino de Física	0	Não foi encontrado trabalhos para esse campo de pesquisa.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025

Com base no levantamento realizado na revista Investigações em Ensino de Ciências (IENCI), observa-se um cenário semelhante ao identificado na revista Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF): embora alguns dos termos pesquisados apareçam em artigos da revista, há uma ausência significativa de trabalhos que relacionem diretamente o ensino de ondas eletromagnéticas à comunicação por rádio, ou que articulem esse conteúdo com metodologias de ensino específicas, como os Três Momentos Pedagógicos.

A busca por “Ondas eletromagnéticas” resultou em apenas um trabalho, que não trata da temática da comunicação, evidenciando que, mesmo sendo um conteúdo central da Física, as ondas eletromagnéticas ainda são pouco exploradas no ensino em contextos aplicados e socialmente relevantes, como a transmissão de sinais. Essa lacuna reforça o caráter inovador da presente proposta, que utiliza a contextualização histórica e tecnológica do rádio para aproximar o estudante do conteúdo científico.

A busca por “Ondas de rádio” também resultou em apenas um trabalho, mas este voltado ao estudo de estrelas, mostrando que mesmo quando o termo aparece, o foco costuma ser astronômico ou conceitualmente distante da abordagem didática com foco em comunicação. Isso indica que há espaço para ampliar as discussões sobre o uso pedagógico das ondas de rádio em contextos escolares, especialmente articulando ciência, tecnologia e sociedade.

O termo “Três Momentos Pedagógicos” apareceu com mais frequência (7 resultados), o que demonstra que a metodologia é reconhecida e explorada no campo do ensino de Ciências. No entanto, nenhum dos trabalhos encontrados estabelece relação com o ensino das ondas eletromagnéticas, o que reforça a contribuição deste estudo ao propor essa conexão entre metodologia e conteúdo da Física contemporânea.

Nenhum resultado foi encontrado para “Rádio e ensino de Física”, o que, assim como no levantamento feito na CBEF, confirma a escassez de produções que abordem o rádio como recurso didático, mesmo sendo um meio de comunicação historicamente relevante e tecnologicamente de grande importância.

2.3 RBEF - Revista Brasileira de Ensino de Física

Tabela 3: Pesquisa na Revista Brasileira de Ensino de Física

<https://www.sbfisica.org.br/rbef/>

RBEF - Revista Brasileira de Ensino de Física		
PALAVRA-CHAVE	NÚMERO DE RESULTADOS	CONSIDERAÇÕES
Ondas eletromagnéticas	23	Dos resultados encontrados nenhum trabalho trata-se das ondas eletromagnéticas para a comunicação.
Ondas de rádio	0	Não foi encontrado trabalhos para esse campo de pesquisa.
Três momentos pedagógicos	3	Dos resultados encontrados nenhum faz referência aos estudos das ondas eletromagnéticas.
Rádio e ensino de Física	0	Não foi encontrado trabalhos para esse campo de pesquisa.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025

O levantamento realizado na Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF) reforça os padrões observados nas revistas CBEF e IENCI, revelando uma escassez de estudos que articulem o ensino das ondas eletromagnéticas à comunicação por rádio. Apesar do número relativamente alto de resultados para alguns termos, o conteúdo dos artigos indica uma ausência de abordagem contextualizada voltada para a comunicação e para o uso pedagógico do rádio.

A busca pela palavra-chave “Ondas eletromagnéticas” retornou 23 resultados, o que à primeira vista sugere uma boa presença do tema na revista. No entanto, nenhum dos trabalhos encontrados trata das ondas eletromagnéticas no contexto da comunicação, o que mostra que, embora o tema seja explorado, ele permanece restrito a abordagens mais abstratas ou desvinculadas de situações do cotidiano, como a transmissão de sinais por rádio, foco central da presente proposta.

A ausência de resultados para “Ondas de rádio” e “Rádio e ensino de Física” indica que não há publicações que abordem diretamente o uso do rádio como recurso didático ou como contexto para o ensino de Física nessa revista. Isso evidencia uma lacuna importante na produção acadêmica, considerando que o rádio representa um recurso historicamente relevante, acessível e tecnologicamente rico para o ensino de conteúdos como ondas, modulação e propagação de sinais. Além da possibilidade de se realizar uma abordagem para inserção de Física Moderna.

Em relação ao termo “Três Momentos Pedagógicos”, foram encontrados três trabalhos, porém, como nas outras revistas, nenhum deles está relacionado ao ensino das ondas eletromagnéticas. Isso mostra que, mesmo sendo uma metodologia consolidada na área de ensino de Ciências, sua aplicação ainda não foi direcionada ao estudo de conteúdos da Física Moderna e Contemporânea com foco em tecnologias de comunicação

2.4 RBECT - Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia

Tabela 4: Pesquisa na Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia

<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect>

RBECT - Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia		
PALAVRA-CHAVE	NÚMERO DE RESULTADOS	CONSIDERAÇÕES
Ondas eletromagnéticas	7	Dos resultados encontrados apenas 2 trata-se das ondas eletromagnéticas para a comunicação.
Ondas de rádio	1	O trabalho encontrado
Três momentos pedagógicos	22	Dos resultados encontrados nenhum faz referência aos estudos das ondas eletromagnéticas.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025

Rádio e ensino de Física	0	Não foi encontrado trabalhos para esse campo de pesquisa.
--------------------------	---	---

O levantamento realizado na Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia (RBECT) apresenta um panorama que, embora mostre um número mais expressivo de publicações sobre os Três Momentos Pedagógicos e ondas eletromagnéticas, ainda evidencia uma baixa produção acadêmica que relacione esses temas ao ensino da comunicação via rádio, especialmente no contexto da Física escolar.

A palavra-chave “Ondas eletromagnéticas” resultou em sete trabalhos, mas apenas dois deles abordam a aplicação das ondas eletromagnéticas na comunicação. Isso indica uma presença limitada dessa abordagem no ensino de Ciências, mesmo sendo um tema com amplo potencial de contextualização, especialmente em tempos de crescente uso de tecnologias de comunicação. Essa limitação reforça a originalidade do presente trabalho, que propõe justamente explorar a comunicação por rádio como eixo integrador para o ensino das ondas eletromagnéticas.

A busca por “Ondas de rádio” resultou em apenas um artigo, o que mostra que, apesar de ser um tema tecnologicamente relevante e de fácil acesso para os estudantes, o rádio ainda é pouco explorada como recurso didático nas propostas pedagógicas presentes na revista. Esse dado reafirma a pertinência da proposta desenvolvida neste trabalho, que utiliza o rádio como ferramenta prática e histórica para a aprendizagem de conteúdos físicos.

No caso de “Três Momentos Pedagógicos”, o número de resultados foi expressivo (22 trabalhos), evidenciando que a metodologia é amplamente discutida e aplicada nas propostas de ensino. No entanto, nenhum desses trabalhos está relacionado ao estudo das ondas eletromagnéticas, o que demonstra uma ausência de integração entre essa abordagem metodológica e conteúdos da Física Moderna e Contemporânea. A proposta aqui desenvolvida, portanto, contribui ao unir uma metodologia consolidada a um conteúdo pouco explorado sob essa ótica.

A ausência total de resultados para “Rádio e ensino de Física” confirma o padrão verificado nas outras revistas analisadas: o rádio, apesar de seu valor histórico, social e tecnológico, segue pouco presente nas pesquisas que envolvem o ensino de Ciências e Física, tanto como recurso didático quanto como objeto de estudo.

2.5 RPF - Revista do Professor de Física

Tabela 5: Pesquisa na Revista do Professor de Física

<https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/index>

RPF - Revista do Professor de Física		
PALAVRA-CHAVE	NÚMERO DE RESULTADOS	CONSIDERAÇÕES
Ondas eletromagnéticas	0	Não foi encontrado trabalhos para esse campo de pesquisa.
Ondas de rádio	1	O resultado encontrado trata-se das ondas de rádio na corrida espacial
Três momentos pedagógicos	2	Nenhum faz referência aos estudos das ondas eletromagnéticas.
Rádio e ensino de Física	0	Não foi encontrado trabalhos para esse campo de pesquisa.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025

O levantamento realizado na Revista do Professor de Física (RPF) reforça o padrão já observado em outras revistas da área: há pouca ou nenhuma produção acadêmica que articule o ensino das ondas eletromagnéticas com a temática da comunicação por rádio, especialmente no contexto da Educação Básica.

A busca pelo termo “Ondas eletromagnéticas” não retornou nenhum resultado, o que é um indicativo importante de que esse conteúdo, apesar de fundamental na Física moderna, não tem sido objeto de abordagem direta na revista, ao menos sob essa nomenclatura. Isso revela uma lacuna importante, principalmente considerando o potencial didático das ondas eletromagnéticas quando associadas a tecnologias próximas do cotidiano dos estudantes, como o rádio.

A palavra-chave “Ondas de rádio” resultou em apenas um trabalho, voltado ao contexto da corrida espacial, o que, embora trate do tema, não está relacionado ao uso das ondas de rádio no ensino ou à sua aplicação em situações comunicacionais mais próximas da realidade dos alunos. Isso limita o diálogo entre o conteúdo físico e o contexto educacional.

Quanto ao termo “Três Momentos Pedagógicos”, foram encontrados dois artigos, mas nenhum deles se relaciona com o ensino de ondas eletromagnéticas. Assim como em outras revistas analisadas, mesmo havendo discussões sobre a metodologia, ela ainda não tem sido aplicada a conteúdos da Física Moderna, como proposto neste trabalho.

A busca por “Rádio e ensino de Física” não apresentou nenhum resultado, reiterando o cenário de escassez de propostas didáticas que utilizem o rádio como recurso pedagógico. Isso confirma que, apesar da relevância tecnológica e histórica do rádio, ele permanece subutilizado como ferramenta contextualizada no ensino de Física.

2.6 MNPEF – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

Tabela 6: Pesquisa no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

<https://www1.fisica.org.br/mnpef/apresentacao>

MNPEF – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física		
PALAVRA-CHAVE	NÚMERO DE RESULTADOS	CONSIDERAÇÕES
Ondas eletromagnéticas	17	Dos 17 resultados encontrados, trata-se da transmissão e recepção de ondas eletromagnéticas e dois deles é utilizado os Três momentos Pedagógicos como metodologia de ensino.
Ondas de rádio	0	Não foi encontrado trabalhos para esse campo de pesquisa.
Três momentos pedagógicos	10	Dos resultados encontrados nenhum faz referência aos estudos das ondas eletromagnéticas para a comunicação.
Rádio e ensino de Física	0	Não foi encontrado trabalhos para esse campo de pesquisa.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025

O levantamento realizado no acervo de dissertações do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) revela um cenário parcialmente mais promissor no que diz respeito ao ensino de ondas eletromagnéticas, mas ainda confirma a escassez de trabalhos que articulem esse conteúdo à comunicação via rádio, especialmente dentro de uma abordagem metodológica contextualizada. Vale destacar que os dados analisados se referem apenas aos títulos das dissertações, o que limita a identificação de possíveis relações mais aprofundadas no conteúdo completo dos trabalhos.

A busca por “Ondas eletromagnéticas” resultou em 17 trabalhos, um número significativo quando comparado às outras fontes analisadas. Desses, vários abordam o processo

de transmissão e recepção de ondas eletromagnéticas, e dois deles utilizam os Três Momentos Pedagógicos como metodologia de ensino. Esse dado é relevante, pois mostra que, ainda que de forma pontual, há produções no MNPEF que se aproximam da proposta deste trabalho, especialmente na articulação entre conteúdo físico e abordagem didática. No entanto, nenhum dos trabalhos localizados trata especificamente do uso do rádio como recurso contextualizado, o que indica que a proposta aqui desenvolvida continua sendo inovadora.

As palavras-chave “Ondas de rádio” e “Rádio e ensino de Física” não retornaram nenhum resultado, reiterando que, mesmo dentro de um programa de pós-graduação voltado à prática docente, o rádio ainda é pouco explorado como ferramenta didática, mesmo sendo um recurso acessível, historicamente relevante e tecnologicamente pertinente para o ensino de Física.

A busca por “Três Momentos Pedagógicos” resultou em 10 dissertações, o que confirma a presença consolidada dessa metodologia no programa. Contudo, nenhum desses trabalhos foi encontrado em associação direta com o ensino das ondas eletromagnéticas para fins de comunicação, reforçando a originalidade da presente proposta ao aplicar essa metodologia em um conteúdo da Física Moderna raramente abordado com esse enfoque.

Os dados do MNPEF mostram que, embora haja alguma produção envolvendo ondas eletromagnéticas e os Três Momentos Pedagógicos, a integração entre esses elementos com o uso do rádio como recurso pedagógico ainda não foi explorada. Isso, somado aos resultados dos levantamentos nas revistas CBEF, IENCI, RBEF, RBECT e RPF, evidencia que o tema desenvolvido neste trabalho é inovador no conjunto da literatura analisada, preenchendo uma lacuna importante ao propor uma sequência didática que articula conteúdo científico, prática experimental, contexto histórico-tecnológico e metodologia ativa, com forte potencial para o ensino de Física na Educação Básica.

3. ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

3.1 O rádio como objeto tecnológico e científico

O rádio constitui um dos mais importantes marcos na história da comunicação humana, não apenas por seu impacto social e cultural, mas também por representar uma síntese de diversos princípios da Física. Desde o final do século XIX, quando as primeiras transmissões de Guglielmo Marconi demonstraram a viabilidade do uso das ondas eletromagnéticas para comunicação à distância, o rádio consolidou-se como uma tecnologia capaz de transformar informação em sinal, propagá-lo pelo espaço e reconvertê-lo novamente em mensagem compreensível ao ouvinte. Esse processo, embora sofisticado do ponto de vista tecnológico, fundamenta-se diretamente em conceitos clássicos da Física, especialmente da eletrodinâmica e da teoria das ondas.

O funcionamento do rádio envolve vários fenômenos físicos: a geração de ondas eletromagnéticas por circuitos oscilatórios, sua propagação através do espaço, sua recepção por antenas e, sua conversão em som. Seu funcionamento depende de fatores, como a variação de corrente elétrica que cria campos eletromagnéticos oscilantes, o uso de circuitos ressonantes capazes de selecionar frequências, o processo de modulação e demodulação do sinal e a interação das ondas com diferentes meios. O funcionamento do rádio explora conceitos fundamentais das ondas como a frequência, a amplitude, a propagação de ondas, a ressonância, a modulação, a interferência e a indução eletromagnética.

A abordagem utilizada nesse trabalho contribui para contextualizar o ensino de ondas eletromagnéticas, mostrando como conceitos teóricos se manifestam na prática e de que maneira a Física está diretamente ligada ao desenvolvimento tecnológico e à vida em sociedade. A partir desta discussão, nas seções seguintes, serão detalhados os conceitos físicos fundamentais que sustentam o processo de transmissão e recepção de sinais radiofônicos.

3.2 Ondas eletromagnéticas: fundamentos e propriedades

O funcionamento do rádio está diretamente associado à natureza e às propriedades das ondas eletromagnéticas. Essas ondas são perturbações que se propagam no espaço devido à variação simultânea e perpendicular dos campos elétrico e magnético, conforme descrito pelas equações de Maxwell. Diferentemente das ondas mecânicas, que necessitam de um meio material para se propagar, as ondas eletromagnéticas podem se deslocar no vácuo, característica

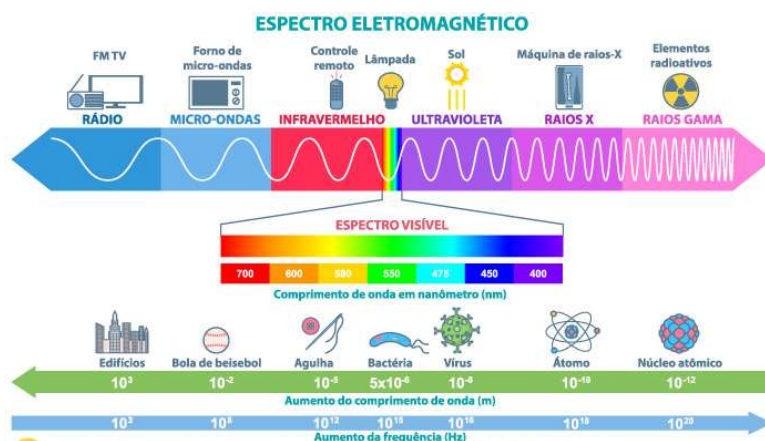
essencial para a transmissão de sinais a longas distâncias, desde alguns metros até milhares de quilômetros.

As ondas eletromagnéticas são classificadas, dentro do espectro eletromagnético, de acordo com parâmetros como frequência (f) e comprimento de onda (λ), grandezas relacionadas pela expressão:

$$c = \lambda f \quad (1)$$

Onde c representa a velocidade de propagação no vácuo. As ondas utilizadas na radiocomunicação encontram-se na faixa das radiofrequências, abrangendo desde alguns quilohertz (kHz) até centenas de megahertz (MHz), como pode ser vista no espectro eletromagnético da figura 1.

Figura 1: Espectro eletromagnético



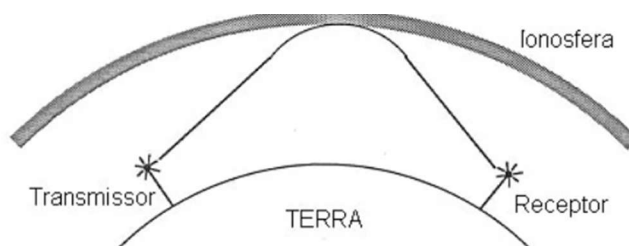
Fonte: Mundo Educação

Essa diversidade de frequências permite a utilização de diferentes faixas para finalidades distintas, como transmissões de rádio AM e FM, comunicações aeronáuticas, sistemas de TV e outros serviços de telecomunicação.

Um aspecto fundamental para o estudo das ondas eletromagnéticas nas rádios é o comportamento de sua propagação. Dependendo da frequência, as ondas podem se propagar por ondas de superfície, ondas de espaço ou ondas refletidas na ionosfera.

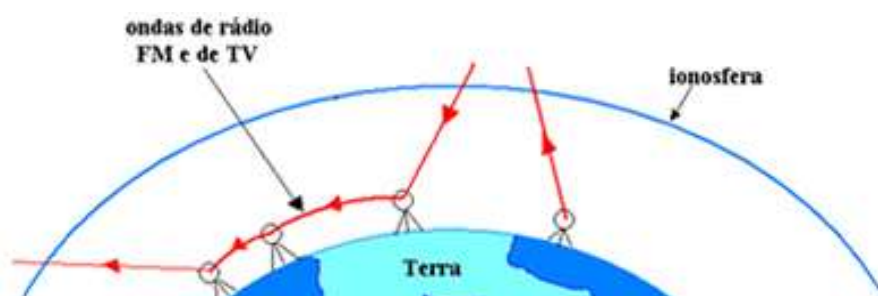
Por exemplo, ondas de baixa frequência utilizadas em transmissões AM podem percorrer longas distâncias devido à reflexão na ionosfera ilustrada na figura 2, enquanto ondas FM, por possuírem frequências mais altas, propagam-se de forma predominantemente retilínea e têm alcance limitado pela curvatura da Terra, figura 3. Essa característica explica, inclusive, diferenças de cobertura e qualidade entre os dois tipos de transmissão.

Figura 2: Propagação de onda AM



Fonte: Portal do Radioamador

Figura 3: Propagação de onda FM



Fonte: Portal do Radioamador

As ondas também carregam energia e informação. No rádio, o sinal sonoro é convertido em uma oscilação elétrica que modifica uma onda portadora de frequência fixa. Essa alteração pode ocorrer de duas formas principais: pela variação da amplitude (AM) ou pela variação da frequência (FM). Para que essa informação seja novamente interpretada pelo receptor, é necessário um processo de demodulação, no qual se extrai a informação da onda recebida. Esse mecanismo depende do domínio de conceitos como frequência, amplitude, fase, potência e interferência que são elementos centrais da física ondulatória.

3.3 Circuito oscilatório e geração do sinal

A geração do sinal de rádio começa no transmissor, cuja parte fundamental é o circuito oscilatório, responsável por produzir uma onda eletromagnética de frequência bem definida. Em termos físicos, um circuito oscilatório é composto essencialmente por um capacitor (C) e um indutor (L), formando o conhecido circuito LC, capaz de estabelecer oscilações elétricas periódicas. Esse arranjo funciona de forma análoga a um sistema massa-mola mecânico: enquanto a energia oscila entre energia potencial elétrica (no capacitor) e energia magnética (na bobina), surge um sinal cuja frequência natural é determinada pela expressão:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}. \quad (2)$$

Essa frequência é crucial, pois define a posição do sinal no espectro eletromagnético e permite sua identificação entre inúmeras emissões simultâneas. Dessa forma, cada estação de rádio opera com um valor específico de f , como 98,3 MHz ou 850 kHz, possibilitando a sintonia pelo receptor.

O processo de geração do sinal não se limita à oscilação; é necessário amplificar e estabilizar essa onda para que ela possa ser irradiada pela antena. Em emissores reais, a oscilação é sustentada por dispositivos eletrônicos, como transistores ou válvulas, que compensam perdas e garantem a manutenção do sinal. O transmissor, então, injeta energia no circuito oscilante, permitindo que oscilações persistam e sejam transferidas à antena, que as converterá em ondas eletromagnéticas propagadas pelo espaço.

Para que o rádio transmita música, notícias, entrevistas, é necessário inserir informação nesse sinal. O circuito oscilador, sozinho, gera apenas uma onda portadora sem conteúdo. É nesse ponto que se insere o processo de modulação, que altera características da onda gerada sem modificar a frequência central definida pelo circuito LC.

3.4 Modulação do sinal: AM e FM

A transmissão de informações pelo rádio não ocorre simplesmente pela emissão de uma onda eletromagnética; é necessário incorporar nessa onda os conteúdos que se deseja comunicar como a voz, música ou qualquer outro tipo de sinal sonoro. A essa etapa do processo denomina-se modulação, que consiste em alterar alguma característica da onda portadora gerada pelo circuito oscilatório para inserir nela a informação.

A onda portadora, por si só, apresenta frequência constante e não transporta significado. Já o sinal de áudio, produzido por um microfone ou por um arquivo digital, possui baixa frequência e não pode ser irradiado diretamente. A modulação, portanto, atua como uma ponte entre esses dois domínios de frequência, combinando o sinal sonoro ao sinal de alta frequência, viabilizando sua propagação por longas distâncias e sua posterior recuperação pelo receptor.

3.5 Modulação em Amplitude (AM)

Na modulação em amplitude, a informação é inserida na onda portadora por meio da variação da amplitude do sinal. Assim, quando o som é mais intenso, a amplitude da onda

modulada aumenta; quando o som é suave, a amplitude diminui, enquanto a frequência central permanece constante.

Matematicamente, o processo pode ser descrito como:

$$s(t) = [1 + k_a m(t)] \cdot A_c \cos(2\pi f_c t), \quad (3)$$

- $m(t)$ representa o sinal de áudio normalizado,
- A_c é a amplitude da portadora,
- f_c é sua frequência,
- k_a é o índice de modulação.

A principal vantagem da AM é sua simplicidade técnica, tanto na transmissão quanto na recepção. Por isso, historicamente, foi a primeira modalidade a se consolidar, tendo desempenhado papel fundamental no acesso à informação durante o século XX. A desvantagem, entretanto, reside em sua maior suscetibilidade às interferências eletromagnéticas, uma vez que ruídos afetam diretamente a amplitude do sinal.

3.6 Modulação em Frequência (FM)

Na modulação em frequência, a característica da onda portadora que varia é a frequência, não a amplitude. Assim, o sinal sonoro provoca pequenas oscilações em torno da frequência central f_c , produzindo uma onda modulada cuja forma reflete fielmente as variações do áudio original.

A expressão geral pode ser representada por:

$$s(t) = A_c \cos \left(2\pi f_c t + k_f \int m(t) dt \right), \quad (4)$$

Sendo k_f o índice de sensibilidade à modulação em frequência.

A principal vantagem da FM é sua maior imunidade ao ruído, já que interferências tendem a afetar a amplitude da onda, característica irrelevante nesta técnica. Por isso, a FM apresenta qualidade sonora superior, motivo pelo qual se consolidou como padrão para transmissões musicais.

3.7 Modulação do sinal: AM e FM

A modulação é um processo essencial para a transmissão de informações por meio das ondas eletromagnéticas. Sem ela, seria impossível enviar sinais de áudio por longas distâncias, pois o som sendo uma onda mecânica não se propaga no vácuo e não possui alcance significativo no ar. Assim, a modulação converte informações sonoras em alterações controladas de uma onda eletromagnética portadora, permitindo que essas informações viajem grandes distâncias até serem recebidas pelo rádio do ouvinte.

3.8 O princípio da modulação

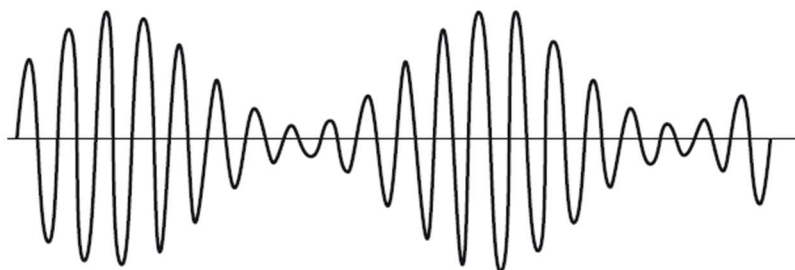
Uma onda eletromagnética utilizada na comunicação é chamada de onda portadora. Para que ela possa carregar informações, é necessário modificar alguma de suas propriedades fundamentais. Entre as grandezas que podem ser moduladas, destacam-se: amplitude, frequência e a fase.

3.9 Amplitude Modulada (AM)

Na modulação em amplitude, o sinal sonoro varia a amplitude da onda eletromagnética portadora, figura 4. Isso significa que a altura da onda aumenta ou diminui de acordo com as variações do áudio original.

Seu comprimento de onda é maior, o que permite que contorne obstáculos com maior facilidade.

Figura 4: Amplitude Modulada (AM)



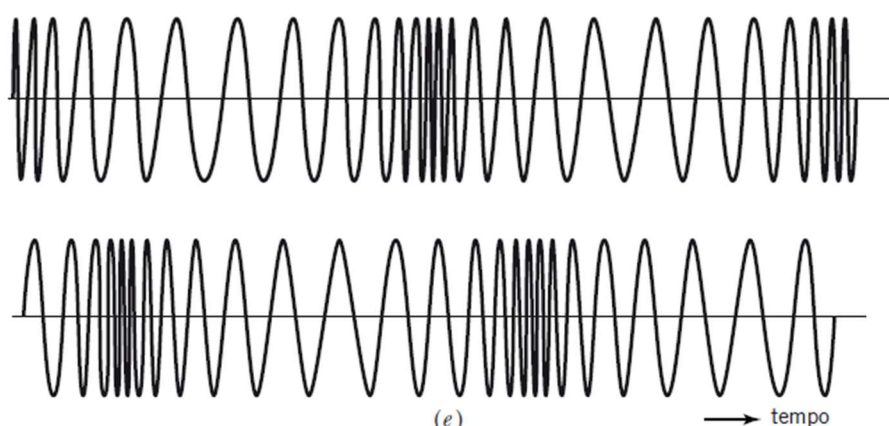
Fonte: HAYKIN, Simon; MOHER, Michael, 2011

Na imagem, é possível observar uma onda portadora de alta frequência, sobre a qual está imposta a variação do sinal de baixa frequência responsável pela informação transmitida.

3.10 Frequência Modulada (FM)

Na modulação em frequência, o que se altera não é a amplitude, mas a frequência da onda portadora, figura 5. Assim, o número de oscilações por segundo aumenta ou diminui de acordo com o sinal de áudio.

Figura 5: Frequência Modulada (FM)



Fonte: HAYKIN, Simon; MOHER, Michael, 2011

Conforme ilustrado na figura 5, a informação sonora é incorporada à onda eletromagnética por meio das variações em sua frequência, mantendo-se constante a amplitude da portadora. Dessa forma, quando o sinal de áudio apresenta maior intensidade, a frequência da onda aumenta, resultando em oscilações mais próximas entre si; já em trechos de menor intensidade sonora, a frequência diminui, fazendo com que as oscilações se tornem mais espaçadas.

De acordo com Haykin e Moher (2011), esse tipo de modulação permite uma transmissão mais estável e menos sensível a ruídos, contribuindo para a melhor qualidade do som característico das transmissões em frequência modulada.

3.11 As Equações de Maxwell para o eletromagnetismo

Nesta seção, serão abordadas as Equações de Maxwell, que constituem o arcabouço teórico fundamental do eletromagnetismo clássico. Essas equações descrevem de forma unificada o comportamento dos campos elétrico e magnético, bem como sua relação com as

cargas elétricas e as correntes, permitindo compreender a propagação das ondas eletromagnéticas.

3.11.1ª Lei de Indução Eletromagnética de Faraday

O princípio central que permite a existência das rádios é a Lei de Indução Eletromagnética de Faraday, responsável por explicar como uma corrente elétrica pode surgir a partir da variação de um campo magnético. Segundo Faraday, sempre que o fluxo magnético através de um circuito sofre alteração, estabelece-se nele uma força eletromotriz capaz de induzir uma corrente elétrica (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2012, p. 250).

Esse fenômeno, observado inicialmente em experimentos de aproximação e afastamento de ímãs e bobinas, essa lei é fundamental para o funcionamento tecnológico de todos os dispositivos que dependem de oscilação e conversão de energia eletromagnética, incluindo o rádio.

A partir desse princípio, compreende-se que a produção das ondas de rádio, bem como sua recepção, depende diretamente da variação temporal do fluxo magnético. A Lei de Indução de Faraday, expressa matematicamente, descreve esse fenômeno por meio da relação:

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi_B}{dt} \quad (5)$$

Em que ε é a força eletromotriz induzida (f.e.m.), Φ_B representa o fluxo magnético através do circuito, e o sinal negativo é uma consequência da Lei de Lenz, indicando que a corrente induzida surge em sentido oposto à variação que a produz.

O fluxo magnético Φ_B dado por:

$$\Phi_B = \int \vec{B} \cdot d\vec{A} \quad (6)$$

O que mostra que a indução depende tanto da intensidade do campo magnético quanto da área efetivamente atravessada por ele.

3.11.2 As Equações de Maxwell

Se a Lei de Faraday explica como um sinal é gerado e detectado, cabe às Equações de Maxwell esclarecer como esse sinal se propaga no espaço na forma de ondas eletromagnéticas.

Formuladas no século XIX, as quatro equações unificam todo o comportamento dos campos elétricos e magnéticos, mostrando que ambos não são entidades isoladas, mas grandezas interdependentes.

Maxwell demonstrou que um campo elétrico variável no tempo produz um campo magnético variável, e que um campo magnético variável produz, por sua vez, um campo elétrico variável.

A partir desse princípio unificador, as quatro equações de Maxwell podem ser apresentadas como a base matemática que descreve a produção, o comportamento e a propagação das ondas eletromagnéticas, incluindo as ondas de rádio utilizadas nos sistemas de comunicação.

3.11.3 Lei de Gauss para o campo elétrico

A Lei de Gauss para o campo elétrico, expressa que as cargas elétricas são a origem dos campos elétricos (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2012, p. 260). Sua forma integral é dada por:

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q_{\text{int}}}{\epsilon_0} \quad (7)$$

O que indica que o fluxo elétrico que atravessa uma superfície fechada é proporcional à carga elétrica contida em seu interior. Esse princípio fundamenta a separação de cargas que ocorre nas antenas transmissoras e receptoras.

3.11.4 Lei de Gauss para o magnetismo

A segunda equação, a Lei de Gauss para o magnetismo, afirma que não existem monopólos magnéticos isolados, ou seja, não há “cargas magnéticas” (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2012, p. 249). Assim, o fluxo magnético total através de qualquer superfície fechada é sempre nulo:

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0 \quad (8)$$

Essa equação garante que linhas de campo magnético são sempre contínuas, algo essencial para a dinâmica oscilatória das antenas, que dependem da formação e variação dessas linhas.

3.11.5 Lei de Faraday

A terceira equação é a Lei de Faraday da Indução, exposta anteriormente, que descreve como um campo magnético variável gera um campo elétrico. Na forma integral:

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{s} = -\frac{d\Phi_B}{dt} \quad (9)$$

Essa é a base da recepção do sinal nas rádios, quando a onda eletromagnética incide na antena, ela altera o fluxo magnético e induz uma corrente elétrica que carrega a informação transmitida.

3.11.6 Lei de Ampère-Maxwell

A quarta equação, conhecida como Lei de Ampère-Maxwell, completa as quatro leis do eletromagnetismo ao demonstrar que campos magnéticos também podem ser gerados por campos elétricos variáveis, mesmo na ausência de correntes elétricas convencionais. Sua forma integral é:

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 I_{\text{enc}} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt} \quad (10)$$

O segundo termo, adicionado por Maxwell, é o chamado termo de deslocamento, responsável pela possibilidade de existência das ondas eletromagnéticas. É precisamente esse termo que permite que um campo elétrico variável induza um campo magnético variável, sustentando a propagação de ondas como as de rádio.

4. CONTRIBUIÇÃO DA FÍSICA E O PRODUTO EDUCACIONAL

O rádio, veículo de comunicação e agente transformador da sociedade, possibilita formar opiniões e, desta forma, deve estar em constante transformação. É um instrumento que está presente no dia a dia do sujeito e deve ter ligações estreitas com a educação e a informação, devido a constantes mudanças mediadas pelo grande e rápido desenvolvimento da tecnologia.

O rádio permite levar informações a qualquer lugar do mundo ou pode ser utilizado em um contexto mais restrito, o que permite utilizá-lo como instrumento para o âmbito de ensino-aprendizado, como a utilização do rádio na escola.

Neste último consiste em uma metodologia didática de interação entre o meio social e o meio sistêmico de aprendizagem, em que os conteúdos dos programas de rádio devem ser de relevância social, propiciando conhecimentos básicos, essenciais para qualquer cidadão resolver problemas no contexto histórico e sociocultural, para saber tratar as informações articuladas entre si e conectadas com outras áreas do conhecimento veiculadas pelo rádio ou interligadas a outras formas de comunicação (RELVA, Juara/MT/Brasil, v. 5, n. 1, p. 126-143, jan./jun. 2018, A Internet e a Rádio Escolar como Mídias Aplicadas ao Processo de Ensino e Aprendizagem – OLIVEIRA, Diego Rodrigo; FRANCKLIN, Adelino).

Uma das habilidades apresentadas pela BNCC traz as mídias como material propulsor do conhecimento, pois são capazes de identificar, selecionar e processar dados, fatos e evidências com curiosidade, atenção, criticidade e ética, situando os indivíduos no contexto de um ou mais campos de atuação social e considerando dados e informações disponíveis em diferentes mídias, que tenham impactos nos processos de formação dos sujeitos contemporâneos, despertando o interesse e a curiosidade dos estudantes (BRASIL, 2018, p. 113).

Além disso, representa um avanço significativo para a utilização de rádios comunitárias e, por extensão, para as rádios escolares, ao permitir novas possibilidades para projetos colaborativos, transformando este veículo de comunicação em um experimento pedagógico com grande potencial exploratório.

Sabe-se que a radiofrequência, em particular, oferece um campo fértil para exploração educacional, pois envolve conceitos fundamentais de física, matemática e tecnologia que são aplicados em dispositivos comuns no dia a dia dos estudantes.

No entanto, equipamentos comerciais para experimentação nessa área são frequentemente inacessíveis para a maioria das escolas públicas brasileiras, devido ao alto custo e complexidade de operação.

A utilização do rádio como ferramenta educacional remonta aos primórdios da radiodifusão no Brasil. Na década de 1930, já se registravam experiências de programas educativos radiofônicos (OLIVEIRA, V. H.; SANTANA, M. H. Radiodifusão e projetos educativos: contribuições para o desenvolvimento social no Brasil (1922–1951). *Rev. Educação e Fronteiras*, Dourados, v. 12, n. 00, e023005, 2022. e-ISSN: 2237-258X).

Contudo, a perspectiva de produção radiofônica pelos próprios estudantes é relativamente recente, ganhando impulso com as políticas de inclusão digital do início do século XXI. Pesquisas internacionais indicam que projetos de rádio escolar podem melhorar significativamente as habilidades de comunicação, o trabalho em equipe e o interesse por conteúdos científicos.

No contexto brasileiro, estudos como os de MARILENE ALMEIDA OLIVEIRA (O rádio como recurso que potencializa a aprendizagem na Escola Estadual Profª Cecília Pinto, Macapá, 2012) demonstram que a produção radiofônica pode promover o desenvolvimento da autonomia e do pensamento crítico dos estudantes.

Neste sentido, o experimento proposto neste trabalho, que consolida as etapas do conhecimento apresentado na sequência didática, refere-se a um protótipo para transmissão de ondas de rádio, o “protótipo de miniestação de rádio”, que foi desenvolvido exclusivamente para explorar os conceitos de ondas de rádio, principalmente associados às frequências e amplitudes moduladas.

Este protótipo permite que importantes conceitos de Física, da teoria eletromagnética, possam ser explorados pelo manuseio e operacionalização do experimento. O produto educacional advindo deste instrumento de aprendizagem consiste na implementação de uma sequência didática que levará o estudante a assimilar conceitos para o entendimento sobre a transmissão de ondas de rádio, na faixa de frequência de 90 a 100 MHz.

Esta faixa está dentro dos limites para operacionalização de Rádios Educativas (Radiodifusão Educativa), conforme estabelece a Lei nº 9.612/1998 (Lei das Rádios Comunitárias) e os procedimentos de outorga da Anatel (Resolução ANATEL nº 272/2022), que traz o conceito de “rádio comunitária” como um serviço de radiodifusão sonora em frequência modulada, de baixa potência e cobertura restrita, outorgado a fundações ou associações comunitárias, sem fins lucrativos, com finalidade educativa, cultural, cívica e de lazer, e estabelece os seguintes parâmetros:

Tabela 7: Parâmetros estabelecidos pela Anatel (2022) para operacionalização de uma rádio escola

Parâmetro	Especificação Legal
Faixa de frequência	87,5 a 108 MHz (FM)
Potência máxima	25 WERP (Effective Radiated Power)
Cobertura máxima	1 km de raio (área de até 3,14 km ²)
Altura da antena	Máximo 30 metros
Largura de banda	Máximo 200 kHz

Fonte: **Resolução ANATEL nº**

<https://informacoes.anatel.gov.br/legislacao/resolucoes/2022/1670-resolucao-752>

4.1 Finalidade do produto educacional miniestação de rádio

O objetivo principal para elaboração do protótipo miniestação de rádio escola é incentivar a construção de uma rádio escolar com fins pedagógicos. O protótipo da miniestação de rádio escolar como produto educacional representa uma contribuição tecnológica inovadora ao ensino de Física, pois permite articular conceitos abstratos pela experiência concreta e significativa, integrar teoria, prática e desenvolver múltiplas competências além do conhecimento teórico, cria um ambiente de aprendizagem autêntico com propósito, promove a democratização do conhecimento por meio da comunicação comunitária.

Desta forma, o protótipo da miniestação de rádio não é apenas um meio de transmissão de ondas eletromagnéticas, mas um experimento de Física e tecnologia aplicada ao cotidiano da sala de aula, onde cada componente, cada transmissão, cada ajuste técnico se converte em oportunidade de aprendizagem.

Esta contribuição exemplifica como a tecnologia educacional crítica pode transformar equipamentos de comunicação em ferramentas propulsoras de difusão científica, formando estudantes de Física para cidadania, mais conscientes e críticos em uma sociedade cada vez mais mediada por tecnologias de comunicação.

O produto educacional miniestação de rádio mantém aspectos conceituais com a Física envolvida pela viabilidade técnica com recursos acessíveis de relevância pedagógica para o

contexto escolar, representando assim uma contribuição significativa tanto para a educação em Ciências quanto para a cultura científica escolar.

Pois é um instrumento que possibilita explorar conceitos como campos eletromagnéticos (campo elétrico, campo magnético), equação de onda: derivada das equações de Maxwell, velocidade da luz no vácuo, relação fundamental entre luz, frequência e comprimento de onda, , circuitos elétricos e eletrônica e seus componentes básicos (resistor, capacitivo, indutor, transistor e diodo), circuitos LCR, impedância, natureza e propagação do som, modulação em amplitude (AM), sinal modulado, modulação em frequência (FM), tipo de antenas e propagação, propagação de ondas, medição de comprimento de onda e demais outros conceitos, que exploram desde física clássica à moderna.

O protótipo da miniestação de rádio é um instrumento de aplicação dos conhecimentos, que está no terceiro passo da sequência didática dos três momentos pedagógicos, conforme exposto no capítulo metodológico. Os conceitos a serem abordados são os conceitos de ondas eletromagnéticas, modulação de sinais e propagação de ondas. Para esta foram dedicadas 03 aulas, dentro do cronograma de execução da proposta.

4.2 Especificidade e Conceitos de Física Trabalhados

O conceito de Física a ser explorado é ondas eletromagnéticas, incluindo subconceitos sobre frequência, comprimento de onda, modulações (AM e FM, em nível introdutório). Esses conceitos são implicados diretamente na operação da miniestação, pois cada transmissão ou ajuste realizado pelo usuário corresponde a uma alteração em uma grandeza física específica.

As evidências do aprendizado sobre os conceitos serão observadas pela operacionalização dos instrumentos por meio da variação da frequência, mudança na sintonia; aumento da amplitude, interferências e distorções no sinal. A miniestação foi elaborada (pelos estudantes) através de dois módulos: de Transmissão: fonte gerador, controle de frequência e amplitude. Fonte Receptor: alto-falante, fones de ouvido.

A abordagem intuitiva e pedagógica analisada pela ação dos estudantes com relação aos conceitos físicos envolvidos. Cada elemento da interface para construção da miniestação de rádio será acompanhado de “conceitos” que serão consolidados progressivamente durante a realização da atividade, como por exemplo; “Frequência (Hz): número de oscilações da onda por segundo”, intensidade, modulação e intensidade do sinal. A completa descrição sobre a operacionalização do experimento, bem como a intervenção do docente na abordagem do contexto e conteúdo de física foram descritos nas sessões desta dissertação.

4.3 Recursos digitais no ensino de Física – PhET

A utilização de recursos digitais no ensino de Física tem se mostrado uma estratégia potente para favorecer a compreensão de conceitos abstratos, especialmente quando associada a metodologias ativas e contextualizadas. Nesse contexto, a plataforma PhET Interactive Simulations destaca-se como uma importante ferramenta didática, amplamente utilizada no ensino de Ciências em diferentes níveis de escolaridade.

Desenvolvida pela University of Colorado Boulder, a plataforma PhET consiste em um conjunto de simulações interativas e gratuitas que abordam diversos conteúdos de Física, Química, Matemática e Biologia. No campo específico da Física, o site oferece simulações que contemplam temas como ondas, eletricidade, magnetismo, óptica, mecânica e termodinâmica, permitindo que os estudantes explorem fenômenos físicos de forma visual, dinâmica e interativa. Essas simulações possibilitam a manipulação de variáveis, a observação de resultados em tempo real e a construção de hipóteses, aproximando o aluno de uma prática investigativa semelhante ao fazer científico.

No que se refere ao ensino de ondas eletromagnéticas tema central desta pesquisa o PhET apresenta simulações que permitem visualizar a propagação de ondas, compreender conceitos como frequência, comprimento de onda e amplitude, além de explorar aspectos relacionados à transmissão de sinais. Esse tipo de recurso é especialmente relevante, pois muitos desses conceitos não são diretamente observáveis no cotidiano, o que dificulta sua compreensão apenas por meio de abordagens teóricas tradicionais.

A inserção da plataforma PhET neste trabalho contribui significativamente para o fortalecimento da proposta didática baseada nos Três Momentos Pedagógicos. Durante o momento da problematização, as simulações podem ser utilizadas para instigar a curiosidade dos alunos, apresentando situações-problema de forma visual e interativa. No momento da organização do conhecimento, permitem a exploração sistemática dos conceitos físicos, favorecendo a construção de significados. Por fim, na aplicação do conhecimento, possibilitam a realização de experimentações virtuais que reforçam e ampliam o entendimento dos conteúdos trabalhados.

O uso do PhET potencializa a aprendizagem ao promover maior engajamento dos estudantes, uma vez que transforma o aluno em sujeito ativo do processo educativo. A interatividade, aliada à linguagem visual, contribui para a redução de dificuldades conceituais e favorece a aprendizagem significativa, especialmente em conteúdos mais abstratos, como os relacionados às ondas eletromagnéticas. Outro aspecto relevante é a acessibilidade da

plataforma, que pode ser utilizada gratuitamente em diferentes dispositivos, o que amplia suas possibilidades de uso tanto em sala de aula quanto em atividades extraclasse.

4.4 Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF)

A incorporação de referenciais teórico-metodológicos consistentes constitui um elemento fundamental para a elaboração de propostas didáticas que promovam um ensino de Física mais significativo e contextualizado. Nesse contexto, destaca-se o Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF), iniciativa brasileira voltada à reformulação do ensino de Física na Educação Básica, com ênfase na articulação entre os conceitos científicos e situações do cotidiano dos estudantes.

O GREF surge como uma resposta às limitações do ensino tradicional de Física, frequentemente centrado na memorização de fórmulas e na resolução mecânica de exercícios, propondo uma abordagem que privilegia a compreensão conceitual e a construção de significados. Seus materiais didáticos são estruturados de modo a estabelecer conexões entre os conteúdos físicos e aplicações concretas, favorecendo a contextualização e a aproximação entre ciência, tecnologia e sociedade.

No que se refere ao ensino de ondas eletromagnéticas temática central desta pesquisa, as contribuições do GREF mostram-se particularmente relevantes, uma vez que seus materiais exploram tais conceitos a partir de tecnologias presentes no cotidiano, como os sistemas de comunicação. Essa abordagem permite tratar aspectos como propagação, transmissão e recepção de sinais de maneira integrada, contribuindo para a compreensão dos fenômenos físicos em contextos reais e socialmente significativos. Tal perspectiva dialoga diretamente com a proposta desta dissertação, que utiliza a comunicação via rádio como eixo estruturador para o ensino desses conteúdos.

Observa-se uma convergência entre os pressupostos do GREF e a abordagem metodológica dos Três Momentos Pedagógicos, adotada neste trabalho. Assim como nessa perspectiva metodológica, os materiais do GREF favorecem a problematização inicial a partir de situações concretas, a organização do conhecimento com base na construção conceitual e, posteriormente, a aplicação dos saberes em novos contextos. Essa aproximação reforça a consistência teórico-metodológica da proposta desenvolvida, ao integrar diferentes referenciais que valorizam a aprendizagem significativa.

Outro aspecto relevante refere-se ao caráter investigativo presente nas propostas do GREF, que incentivam o estudante a assumir uma postura ativa no processo de aprendizagem,

por meio da formulação de hipóteses, da interpretação de fenômenos e da construção de explicações fundamentadas. Tal abordagem é especialmente pertinente no ensino de conteúdos como as ondas eletromagnéticas, que, por sua natureza abstrata, demandam estratégias que favoreçam a visualização, a contextualização e a construção progressiva do conhecimento.

A utilização do GREF nesta pesquisa contribui para o fortalecimento da proposta didática desenvolvida, ao oferecer subsídios teóricos e metodológicos que sustentam um ensino de Física mais contextualizado, crítico e significativo. Ao articular conceitos científicos com aplicações tecnológicas, como a comunicação via rádio, essa perspectiva favorece não apenas a compreensão dos conteúdos, mas também a formação de estudantes capazes de interpretar e intervir na realidade à luz do conhecimento científico.

5 PRESSUPOSTOS DA SEQUENCIA DIDÁTICA

A sequência didática estruturada para o desenvolvimento deste trabalho está fundamentada nos Três Momentos Pedagógicos, desenvolvida por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (1990), que tem como objetivo promover um ensino de Ciências contextualizado, crítico e significativo. Essa abordagem didática está estruturada em três momentos interdependentes: a problematização inicial, a organização do conhecimento e a aplicação do conhecimento, os quais foram seguidos para construção e aplicação da sequência didática desenvolvida nesta pesquisa.

5.1 Primeiro Momento: a problematização inicial

O primeiro momento tem como finalidade mobilizar os conhecimentos prévios dos estudantes, provocando questionamentos e gerando interesse em torno do tema a ser estudado. Nessa etapa, o professor deve apresentar situações reais ou próximas do cotidiano dos alunos que suscitem dúvidas e os incentivem a refletir. Conforme defendem Delizoicov e Angotti (1990a), o educador deve lançar perguntas e levantar dúvidas relacionadas ao conteúdo, promovendo a construção coletiva do problema.

Essa etapa é essencial, pois, como afirmam os mesmos autores, “a problematização pode permitir que o aluno sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém” (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1992, p. 29).

Essa percepção é reforçada por Muenchen e Delizoicov (2014, p. 620), ao explicarem que:

Problematização Inicial: Apresentam-se questões ou situações reais que os alunos conhecem e presenciam e que estão envolvidas nos temas. Nesse momento pedagógico, os alunos são desafiados a expor o que pensam sobre as situações, a fim de que o professor possa ir conhecendo o que eles pensam. Para os autores, a finalidade desse momento é propiciar um distanciamento crítico do aluno ao se defrontar com as interpretações das situações propostas para discussão, e fazer com que ele sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém.

Além disso, de acordo com Delizoicov e Angotti (2011), a etapa da problematização é fundamental porque leva em consideração os conhecimentos que os estudantes já adquiriram em suas vivências, valorizando o ponto de partida real do processo de aprendizagem.

5.2 Segundo Momento: a organização do conhecimento

No segundo momento, o foco está na sistematização dos conteúdos científicos necessários para a compreensão das situações problematizadas anteriormente. Este momento é orientado pelo professor, que atua como mediador, organizando o conhecimento de forma a facilitar a apropriação conceitual por parte dos alunos. É importante destacar que esse processo não deve se limitar a um ensino tradicional pautado em livros ou apostilas. Como ressalta Silva (2022), é necessário recorrer a metodologias diferenciadas, que favoreçam a participação dos alunos e estimulem o diálogo em sala de aula.

Segundo Muenchen e Delizoicov: “**Organização do conhecimento:** momento em que, sob a orientação do professor, os conhecimentos de física necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial são estudados.” (2014, p. 620).

Essa ideia é aprofundada por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2007, p. 2001), ao afirmarem que:

Os conhecimentos selecionados como necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial são sistematicamente estudados neste momento, sob a orientação do professor. As mais variadas atividades são então empregadas, de modo que o professor possa desenvolver a conceituação identificada como fundamental para uma compreensão científica das situações problematizadas.

Essa multiplicidade de estratégias é essencial para garantir que os estudantes se apropriem de forma significativa dos conteúdos. Como defendem Macêdo, Dickmann e Andrade (2012, p. 577), é importante utilizar as mais variadas estratégias para favorecer a construção do conhecimento científico de forma ativa e participativa.

5.3 Terceiro Momento: a aplicação do conhecimento

No terceiro momento, os estudantes são convidados a utilizar os conhecimentos construídos para interpretar e analisar novas situações, incluindo aquelas abordadas na etapa inicial. O objetivo é promover a articulação entre o saber científico e o mundo real, possibilitando que o conhecimento adquirido seja mobilizado em diferentes contextos.

De acordo com Muenchen e Delizoicov (2014, p. 620):

Aplicação do conhecimento: momento que se destina a abordar sistematicamente o conhecimento incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo quanto

outras que, embora não estejam diretamente ligadas ao momento inicial, possam ser compreendidas pelo mesmo conhecimento.

Esse momento visa mais do que a simples resolução de exercícios: busca formar sujeitos capazes de compreender e intervir no mundo. Nesse sentido, Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2007, p. 2002) destacam que: A meta pretendida com este momento é muito mais a de capacitar os alunos ao emprego dos conhecimentos, no intuito de formá-los para que articulem, constante e rotineiramente, a conceituação científica com situações reais, do que simplesmente encontrar uma solução, ao empregar algoritmos matemáticos que relacionam grandezas ou resolver qualquer outro problema típico dos livros-textos.

Esse caráter formativo e contextualizado da aplicação do conhecimento é o que distingue a proposta dos Três Momentos Pedagógicos de abordagens convencionais, contribuindo para um ensino mais significativo, crítico e conectado com a realidade dos estudantes.

5.4 Os Três Momentos Pedagógicos e Tema Abordado

A presente pesquisa fundamenta-se na metodologia dos Três Momentos Pedagógicos (3MPs), proposta por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (1990), que busca transformar o ensino de Ciências por meio de uma abordagem crítica, contextualizada e dialógica. Essa metodologia organiza o processo de ensino-aprendizagem em três etapas, cada uma dessas etapas foi planejada de forma a conduzir os estudantes à compreensão dos conceitos físicos relacionados às ondas eletromagnéticas, tendo como objetivo o estudo da comunicação via rádio.

A problemática central deste trabalho está justamente na necessidade de tornar o ensino das ondas eletromagnéticas mais próximo da realidade dos alunos, principalmente por este ser um meio de comunicação acessível em seu uso e acesso, sendo este um fato histórico, visto que na década de 60, mais da metade da população do país tinha o rádio como principal fonte de informação, de atualização, como canal de ligação com o restante da sociedade” (BRASIL CULTURA, 2009).

Embora as ondas eletromagnéticas estejam presentes em diversos aspectos do cotidiano, muitos estudantes as percebem apenas como conceitos abstratos, distantes de suas experiências diárias. Para romper com essa visão, este trabalho propõe a utilização do rádio como contexto didático, associando o ensino de Física à história e ao impacto social das tecnologias de comunicação.

O trabalho busca uma ligação entre física, história, tecnologia e sociedade promovendo não apenas a compreensão conceitual das ondas eletromagnéticas, mas também a reflexão crítica sobre seu papel na comunicação e na vida cotidiana.

Esta pesquisa aproxima o ensino sobre ondas eletromagnéticas aplicado ao cotidiano dos estudantes, bem como evidencia o papel histórico e social dessa tecnologia para a democratização da informação. O rádio, como um dos mais relevantes meios de comunicação em massa do século XX, proporcionou o acesso à informação, à cultura e ao entretenimento a um público amplo e diversificado, inclusive em regiões isoladas e com pouca infraestrutura.

O trabalho busca resgatar essa relevância social, demonstrando como o avanço científico, especialmente o desenvolvimento das teorias e aplicações das ondas eletromagnéticas. A proposta vai além da simples explicação física, ao destacar que o rádio representa uma aplicação tecnológica e é responsável por profundas transformações sociais, ao integrar comunidades e facilitar o acesso à informação. Tal perspectiva é reforçada por Vilarinho-Rezende. (2016, p. 878), ao afirmarem que “os recursos tecnológicos associados à capacidade de representar e transmitir informação, denominadas tecnologias da informação e comunicação (TICs), têm sido amplamente utilizados em diversos âmbitos de atividades humanas distintas práticas sociais estão cada vez mais orientadas por e para essas tecnologias”.

O enfoque adotado também permite aos estudantes compreender que a ciência e a tecnologia não se desenvolvem de forma neutra ou descolada da realidade social. Ao contrário, a trajetória histórica do rádio revela como descobertas científicas podem desencadear inovações tecnológicas com grande impacto cultural e social. Além disso, a abordagem permite aos estudantes reconhecer que a comunicação, antes limitada a espaços físicos restritos, tornou-se acessível em larga escala graças às aplicações das ondas eletromagnéticas.

O estudo das ondas eletromagnéticas, ao ser contextualizado pelo instrumento, o rádio, torna-se mais significativo e acessível evidenciando que os conceitos físicos envolvidos apresentam uma aplicabilidade concreta, levantando questões sobre seu papel no desenvolvimento histórico e social das sociedades contemporâneas. A proposta, portanto, reafirma o potencial dos Três Momentos Pedagógicos como uma metodologia capaz de articular conhecimentos científicos, históricos e sociais, promovendo uma aprendizagem crítica e contextualizada.

6. SEQUÊNCIA DIDÁTICA E ASPECTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa caracteriza-se metodologicamente como uma investigação de natureza aplicada, com abordagem qualitativa e enfoque intervencionista, desenvolvida por meio da elaboração, implementação e análise de uma sequência didática fundamentada na proposta dos Três Momentos Pedagógicos, conforme delineada por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (1990). A escolha por esse tipo de abordagem justifica-se pela intenção de compreender os sentidos atribuídos pelos estudantes ao conteúdo de ondas eletromagnéticas quando este é explorado de forma contextualizada, prática e historicamente situada, por meio da construção de um rádio transmissor.

A pesquisa aplicada, conforme Lakatos e Marconi (2017), tem como principal característica a busca por soluções para problemas concretos e específicos, geralmente vinculados à realidade de determinado grupo ou instituição. No caso desta investigação, o objetivo foi desenvolver uma proposta didática prática para o ensino de Física no Ensino Médio, aproximando o conteúdo científico do cotidiano dos estudantes por meio de uma tecnologia historicamente relevante: o rádio.

A abordagem qualitativa, por sua vez, é apropriada quando se busca interpretar os fenômenos educacionais em sua complexidade, considerando os significados atribuídos pelos sujeitos envolvidos. De acordo com Ludke e André (1986), a pesquisa qualitativa é aquela que “procura descrever a complexidade de um determinado problema, seu processo dinâmico e as relações entre os sujeitos” (p. 12). Essa abordagem é especialmente pertinente no campo do ensino de Ciências, onde o processo de aprendizagem envolve a aquisição de conteúdos conceituais e a construção de sentidos, atitudes e práticas sociais em torno do conhecimento científico.

O caráter intervencionista da pesquisa reside na proposição e aplicação de uma sequência didática voltada à transformação da prática pedagógica cotidiana. Embora não se trata de uma pesquisa-ação no sentido clássico do termo (THIOLLENT, 1986), há uma intencionalidade clara em intervir na realidade escolar por meio de uma proposta concreta e sistematizada de ensino.

6.1 Caracterização do local de aplicação da pesquisa

Caracteriza-se esta investigação como um estudo de caso com intervenção didática, cuja unidade de análise é a aplicação da sequência didática em uma turma do 3º ano do Ensino Médio do Colégio Estadual do Campo de Tempo Integral (CECTIC), no ano de 2024.

A escola está localizada no distrito de Cascavel, Bairro renascer, pertencente ao município de Ibicoara – Ba. A instituição atende aos três anos do ensino médio, funcionando nos turnos matutino, vespertino e noturno, sendo que, neste último, é ofertada a modalidade de Educação de Jovens e Adultos (EJA).

A estrutura física da escola é composta por seis salas de aula, uma sala dos professores, sete banheiros, cantina, secretaria, salas para a direção, vice direção e coordenação pedagógica, além de um laboratório de ciências, um laboratório de informática, um teatro, uma guarita e um campo de futebol tipo society.

Em termos de recursos tecnológicos, a instituição dispõe de uma televisão em cada sala de aula, quatro projetores, dois *notebooks* disponíveis para uso dos professores, dois computadores de mesa na secretaria, além de um computador na direção e outro na vice direção. Conta ainda com duas impressoras na secretaria, sendo uma colorida e uma em preto e branco.

O corpo docente é composto por treze professores, contando ainda com um coordenador pedagógico, uma vice-diretora e uma diretora. A unidade escolar foi recentemente readaptada no segundo semestre de 2024, fazendo parte do novo modelo de escolas de tempo integral da rede estadual. Além disso, caracteriza-se como uma escola do campo.

O Corpo estudantil conta com 460 estudantes, com idades entre 15 a 50 anos. Discentes estes que residem nas zonas rural e urbana.

A sequência didática foi elaborada com base nos Três Momentos Pedagógicos, metodologia que estrutura o ensino em três fases interdependentes: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. Tal metodologia, conforme proposto por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (1990), visa articular os conhecimentos científicos escolares com contextos sociais e tecnológicos, promovendo uma aprendizagem crítica, significativa e contextualizada. Segundo os autores, essa abordagem permite que os estudantes compreendam os conteúdos científicos como construções sociais, historicamente situadas, e não como verdades absolutas e descontextualizadas.

A aplicação da sequência ocorreu ao longo de quatro semanas, totalizando oito aulas de 1h cada. Os estudantes participaram das diversas atividades como: exposições dialogadas, simulações computacionais, construção de circuitos, experimentação prática e análise de

situações cotidianas relacionadas às ondas eletromagnéticas e à comunicação via rádio. A proposta didática teve como eixo integrador a temática da radiofrequência, permitindo a articulação entre os conceitos físicos (como propagação de ondas, modulação e frequência), os conhecimentos tecnológicos (como o funcionamento de rádios AM e FM) e a construção histórica e social do rádio enquanto meio de comunicação.

Essa proposta insere-se na perspectiva de um ensino contextualizado e crítico, o qual busca superar a fragmentação tradicional dos conteúdos escolares e estabelecer pontes entre ciência, tecnologia e sociedade. Como defendem Santos, Mortimer e Ostermann (2002), O ensino contextualizado contribui para a formação de sujeitos críticos, capazes de compreender os significados sociais do conhecimento científico e de utilizá-lo em diferentes esferas da vida cotidiana. Essa visão também é compartilhada por Freire (1996), ao defender que o ato de ensinar deve estar vinculado ao ato de problematizar o mundo, e não apenas de transmitir conteúdos prontos.

É nesse contexto que se insere a reflexão crítica sobre as tendências do ensino de Física. Nas últimas décadas, tem-se intensificado o debate sobre a necessidade de tornar as aulas mais atrativas, utilizando recursos lúdicos, experimentações e contextualizações (SANTOS et al., 2002; FREIRE, 1996). Embora tais abordagens tenham méritos inegáveis, como o aumento do interesse do discente e a aproximação da ciência ao cotidiano, há um aspecto que merece atenção: a desvalorização do raciocínio matemático na disciplina. A defesa de uma Física mais “leve” e “acessível”, quando mal compreendida, pode levar à omissão do caráter quantitativo da ciência, comprometendo a formação científica dos estudantes. O cálculo não é um obstáculo, mas uma parte constitutiva da Física, e integrá-lo ao ensino de forma criativa é um desafio pedagógico essencial (MOREIRA, 2011; OSTERMANN & REZENDE, 2005).

Para a análise dos dados gerados durante a intervenção, tais como registros das aulas, observações do pesquisador, produções dos estudantes e respostas a atividades foi adotada a Análise de Conteúdo, conforme proposta por Bardin (2011). Essa técnica permite identificar categorias emergentes nos dados, organizar os significados expressos pelos estudantes e interpretar suas compreensões e dificuldades de forma sistemática e rigorosa. A análise foi também inspirada na Análise Textual Discursiva, segundo Moraes e Galiazzi (2011), a qual valoriza a reconstrução dos significados a partir da interação entre os sujeitos e os textos produzidos no contexto da pesquisa.

Complementarmente, a abordagem interpretativa, descrita nos objetivos da intervenção didática, orientou a leitura reflexiva dos resultados, buscando compreender os efeitos imediatos da proposta, e os sentidos que os alunos construíram sobre o conteúdo, o experimento e o

contexto tecnológico do rádio. O foco da análise, portanto, não foi apenas verificar se os alunos “aprenderam” determinados conceitos, contudo; entender como construíram esse aprendizado e quais relações foram capazes de estabelecer entre a Física, a tecnologia e a sociedade.

A metodologia adotada neste trabalho não se limita à aplicação de uma técnica de ensino. Ela constitui a própria forma de condução da pesquisa, articulando a prática pedagógica com a produção de conhecimento científico sobre o ensino de Física. Ao integrar os Três Momentos Pedagógicos à pesquisa qualitativa e à proposta de ensino contextualizado, este estudo propõe uma prática educativa que ultrapassa a simples transmissão de conteúdos, promovendo uma aprendizagem ativa, reflexiva e socialmente contextualizada.

6.2 – Implementação e desenvolvimento da Sequência Didática

A sequência didática foi implementada entre os dias 27 de agosto a 03 de dezembro de 2024, sendo desenvolvida ao longo de oito aulas, cada uma com duração de 50 minutos. As aulas foram ministradas nas segundas-feiras, totalizando quatro semanas de aplicação, com duas aulas por semana. Entretanto, devido ao calendário escolar e à realização de atividades internas da escola no final do ano letivo, houve semanas em que não foi possível dar continuidade à sequência de forma contínua.

A organização da sequência didática (SD) seguiu os princípios metodológicos dos Três Momentos Pedagógicos (Delizoicov e Angotti, 1990), sendo dividida em três etapas principais: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. Cada uma dessas etapas foi desenvolvida com estratégias que interligam cada momento de acordo a metodologia aplicada, bem como adequado aos instrumentos utilizados tais como; exibição de vídeos, questionários diagnósticos, aulas dialogadas com apoio de *slides*, simulações interativas, como *Physics Education Technology (PhET)*, atividades teóricas com a utilização do Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF) elaboração de mapas conceituais e, por fim, a construção de um protótipo de rádio transmissor no projeto de reprodução de uma mini estação de rádio.

Na tabela 8 a seguir apresenta o cronograma da aplicação da Sequência Didática, com a distribuição dos encontros, as estratégias utilizadas e os conteúdos abordados em cada fase do procedimento metodológico.

Tabela 8: Cronograma da aplicação da Sequência

Momentos Pedagógicos	Tempo Pedagógico	Objetivo e Atividade Desenvolvida
1º MOMENTO (Problematização inicial)	Aula 1	Despertar a curiosidade dos estudantes sobre a temática radiofrequência. A atividade desenvolvida com a reprodução de um vídeo sobre a história e evolução das rádios. link do vídeo: https://www.youtube.com/watch?v=sgAzYYA68dk
	Aula 2	Levantar subsunções, com ênfase, mas não somente, ao princípio de funcionamento das rádios; Aplicação de um questionário de sondagem (anexo ao apêndice)

2º MOMENTO	Aula 3	Apresentar o conteúdo de física articulado ao tema. Apresentação dos conceitos físicos sobre as ondas: Amplitude, comprimento de onda, velocidade, frequência e período. Aula dialogada com utilização de <i>slides</i>
-------------------	--------	--

(Organização do conhecimento)	Aula 4	<p>Explorar os tipos de ondas eletromagnéticas: ondas de rádio, micro-ondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raios x e raios gama;</p> <p>Apresentação dos tipos de ondas: Ondas Mecânicas e ondas eletromagnética, classificação das ondas (Unidimensional, bidimensional e tridimensional);</p>
	Aula 5	<p>Explorar conceitos através de uma atividade específica.</p> <p>Aplicação da atividade do GREF: Diferentes formas de comunicação. Anexo em apêndice</p>

3º MOMENTO (Aplicação do conhecimento)	Aula 6	<p>Demonstrar o conceito apreendido através de uma atividade experimental.</p> <p>Apresentação da proposta de construção de um aparato experimental para transmissão de sinal via rádio (Radio Escola).</p> <p>Atividade experimental: Mini-estação de rádio</p>
	Aula 7	<p>Explorar o fenômeno através do aparato experimental.</p> <p>Montagem do aparato experimental para a transmissão do sinal.</p>
	Aula 8	<p>Avaliar os conhecimentos adquiridos ao fim da aplicação da sequência didática.</p> <p>Questionário de sondagem – Anexo ao apêndice.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025

Aulas 1 e 2: PRIMEIRO MOMENTO: PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL

A atividade teve início com a reprodução de um vídeo sobre a história das rádios. Neste, trata-se de um documentário produzido e apresentado pelo Rádio e TV Justiça, disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=sgAzYYA68dk>, postado no ano de 2022. Foi apresentado a evolução e a importância desse meio de comunicação ao longo da criação das rádios.

Figura 6: Do rádio ao streaming



Fonte: Rádio e TV Justiça, (2022)

A escolha deste documentário se justifica pelo seu potencial de introdução de forma significativa do tema proposto para a construção da sequência didática, ao mesmo tempo em que desperta a curiosidade dos estudantes sobre a evolução das telecomunicações.

Essa evolução representa um dos marcos mais significativos do desenvolvimento científico e tecnológico da humanidade. Desde as primeiras invenções, como o telégrafo e o rádio, até os avanços mais recentes, como o telefone móvel, a internet e os satélites de comunicação, as inovações nesse campo transformaram a maneira como as pessoas se comunicam, compartilham informações e interagem no mundo social.

No centro de todas essas transformações está o domínio das ondas eletromagnéticas, fenômenos físicos fundamentais que possibilitaram a transmissão de sinais a grandes distâncias sem a necessidade de fios, dando origem a tecnologias como o rádio, a televisão, o Wi-Fi, os celulares, os fornos de micro-ondas e a comunicação por satélite.

No contexto educacional, explorar a evolução das telecomunicações em aulas de Física permite aos estudantes compreenderem como conceitos abstratos, como frequência, amplitude, modulação e propagação de ondas, estão diretamente ligados a tecnologias presentes em seu

cotidiano. Essa abordagem contribui para tornar o ensino mais significativo, pois aproxima o conteúdo curricular de realidades concretas vivenciadas pelos alunos.

O objetivo do vídeo foi iniciar a problematização. Durante a reprodução do mesmo o professor questionou alguns pontos relevantes que geraram dúvidas para o debate. A exemplo, temos os seguintes questionamentos a serem levantados: “ Quais são os princípios de funcionamento das rádios? ”; “O que são ondas? ”; “Como a transmissão da comunicação acontece? ”; “ Quais são as aplicações das ondas eletromagnéticas? ”, neste momento o professor lança os questionamentos e os estudantes podem expressar seus conhecimentos sobre o tema proposto, debatendo com os colegas as ideias levantadas em aula sem a intervenção do professor. Ao fim dessa atividade, foi atribuído aos alunos um questionário com questões simples sobre as principais características das ondas mecânicas e eletromagnéticas e sua importância no contexto do Ensino de Física. Para isso é proposto que o estudante responda a um questionário, que pode ser consultado no **apêndice A**.

O questionário tem como objetivo mapear os conhecimentos prévios dos estudantes sobre fenômenos físicos relacionados às ondas eletromagnéticas, com foco na contextualização através da história e funcionamento das rádios. Ele também busca identificar possíveis concepções alternativas, lacunas conceituais e repertório dos alunos, para nortear a etapa de organização do conhecimento na sequência didática. Moreira (2011) utiliza e indica deste recurso didático para nortear as intervenções docente ao longo da uma aplicação de sequência didática.

Finalizando-se o primeiro momento, com a parte da problematização concluída, passa-se para a segunda etapa da sequência.

Aulas 3 e 4: SEGUNDO MOMENTO: ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO

Concluído o primeiro momento da sequência didática, teve início a segunda etapa, correspondente à organização do conhecimento, momento em que os conceitos físicos necessários à compreensão do fenômeno das ondas eletromagnéticas começaram a serem sistematizados.

A aula foi conduzida de forma expositiva e dialogada, com apoio de *slides* e uso do quadro branco, estabelecendo conexões diretas com os questionamentos levantados nas aulas anteriores. Para dar continuidade ao processo de aprendizagem, o professor inicia a aula com a pergunta norteadora, “Afinal, o que é necessário para que uma rádio funcione? ”, retomando o

debate iniciado durante a problematização e gerando curiosidade quanto ao entendimento dos mecanismos físicos envolvidos na transmissão de sinais, neste caso; eletromagnéticos.

A partir das respostas e hipóteses apresentadas pelos alunos, o professor introduz a ideia de que a operacionalização das rádios, assim como de diversos outros dispositivos tecnológicos, depende do comportamento das ondas eletromagnéticas, presentes em nosso cotidiano de formas variadas, desde sinais de rádio e TV, redes Wi-Fi, telefone celular e exames e diagnóstico por imagens.

A exposição teórica seguiu com a apresentação do conceito geral de ondas, destacando que se trata de um fenômeno físico caracterizado pela propagação de energia por meio de vibrações ou oscilações em um meio material ou no vácuo, como ocorre com as ondas eletromagnéticas. Espera-se, que os estudantes desenvolvam e apreendam este conceito. É o que se tratará nos resultados e discussões.

A partir dessa definição, foram discutidas as principais características que permitem a descrição de uma onda: a amplitude, o comprimento de onda, a frequência, o período e a velocidade de propagação. Características estas que também serão objeto da busca exitosa pela aprendizagem desenvolvida pela Sequência Didática.

A amplitude foi apresentada como a medida da intensidade de uma onda, relacionada à quantidade de energia transportada. Em termos práticos, no contexto das ondas eletromagnéticas, pode associar ao sinal de uma transmissão, como no caso das emissoras de rádio. Este conceito, que consideramos o mais abstrato dentre aqueles que compõem as características de propagação de uma onda eletromagnética e o mais importante para o entendimento para diferenciar ondas do tipo AM e FM. O resultado exitoso sobre a aprendizagem dos estudantes quanto a este conceito será desenvolvido nas análises e discussões advindos da aplicação da sequência didática.

O comprimento de onda, por sua vez, foi explicado como a distância entre dois pontos equivalentes consecutivos de uma onda, como dois picos ou dois vales, sendo uma característica importante para diferenciar os diversos tipos de ondas existentes no espectro eletromagnético.

A frequência foi introduzida como a quantidade de oscilações completas que uma onda realiza em um determinado intervalo de tempo, sendo essencial para o entendimento de como os sinais de rádio são organizados em faixas específicas, cada uma com sua frequência própria.

Em continuidade, foi abordado o conceito de período, definido como o tempo necessário para que uma oscilação completa ocorra, e que se relaciona de maneira inversa com a da frequência.

A velocidade de propagação foi apresentada como a rapidez com que a onda se desloca no espaço, sendo, no caso das ondas eletromagnéticas, uma velocidade extremamente elevada, o que permite a transmissão quase instantânea de sinais a grandes distâncias.

A aula buscou, assim, consolidar uma base teórica que permitisse aos alunos compreender não apenas o funcionamento das rádios, mas também o papel fundamental das ondas eletromagnéticas na transmissão da informação e em diversos fenômenos do cotidiano. Para isso, foi promovida uma abordagem introdutória sobre os tipos de ondas, distinguindo-se inicialmente as ondas mecânicas, que necessitam de um meio material para se propagar, como o som e as ondas em cordas, das ondas eletromagnéticas, que se propagam inclusive no vácuo, como a luz e as ondas de rádio.

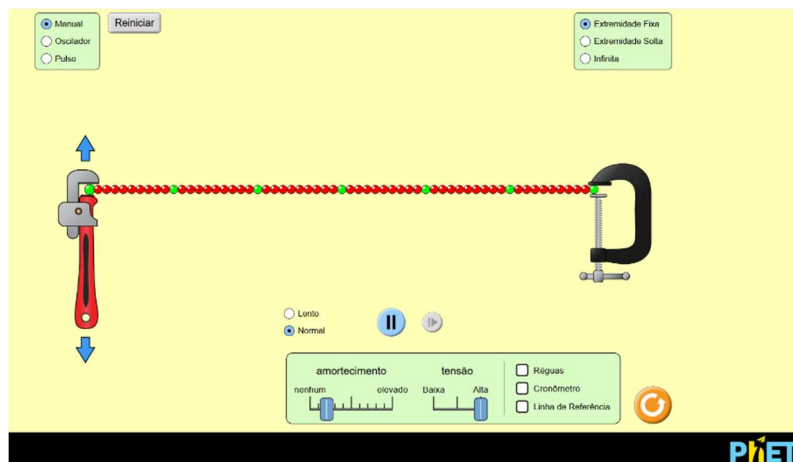
Essa distinção inicial teve como objetivo apresentar conceitos fundamentais da Física das Ondas, para promover uma compreensão mais crítica sobre os diferentes comportamentos e aplicações desses fenômenos. Em seguida, discutiu-se a classificação das ondas segundo sua dimensão de propagação: unidimensionais, como as ondas em cordas esticadas; bidimensionais, como as ondas na superfície da água; e tridimensionais, como as ondas sonoras que se espalham em todas as direções no espaço.

Com essa base conceitual estabelecida, aprofundou-se o estudo das ondas eletromagnéticas, explorando seus diferentes tipos e faixas do espectro. Foram abordadas, de forma sequenciada, as ondas de rádio, micro-ondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raios X e raios gama, destacando-se suas principais características, como frequência e comprimento de onda, e suas aplicações tecnológicas e científicas, desde a comunicação por rádio e televisão até a medicina diagnóstica e a astrofísica.

Esse momento da aula teve como finalidade ampliar a percepção dos estudantes quanto à presença e relevância das ondas eletromagnéticas na vida cotidiana, ao mesmo tempo em que forneceu o embasamento necessário para discussões mais aprofundadas nos momentos seguintes da sequência didática, em especial sobre os processos de modulação, propagação e recepção de sinais **apêndice B**.

Em seguida, os estudantes foram direcionados para plataforma de simulação no site *PhET*, como mostra a figura 7, com o objetivo de consolidar, por meio da experimentação virtual, os conceitos teóricos apresentados anteriormente.

Figura 7: Simulação PhET



Fonte: Site PhET (2025);

A aula iniciou com uma atividade de forma demonstrativa utilizando a simulação para explorar visualmente as propriedades fundamentais das ondas. Durante essa exploração, foram ajustados parâmetros como amplitude e frequência, permitindo aos alunos observar em tempo real as alterações no comportamento da onda gerada e avaliar especificamente a modificação no perfil da onda, considerando as grandezas em destaque.

Ao aumentar a amplitude, foi possível visualizar uma onda com maior intensidade, enquanto a variação da frequência resultou em modificações na quantidade de oscilações ao longo do tempo. Neste momento, os estudantes podem entender que “algo” levou a modificação da onda. O professor deverá se atentar à identificação destes conceitos para abordá-los de forma conveniente, para que os estudantes possam identifica-los.

Nesse momento ao manipular essas variáveis, foi retomado os conceitos discutidos anteriormente, fazendo perguntas aos estudantes para que fosse relacionado ao que foi dito em aula. Essa abordagem prática teve como finalidade proporcionar uma compreensão mais concreta e intuitiva do conteúdo, que possibilita aos estudantes perceberem visualmente, como as características das ondas interferem diretamente na forma de propagação e interação com o meio.

Ao final da etapa expositiva, foi aplicado um questionário de sondagem com o objetivo de avaliar a compreensão dos estudantes sobre os conceitos abordados em aula. A atividade, composta por questões objetivas, permite identificar o nível de compreensão dos conteúdos e eventuais dificuldades conceituais estes possam apresentar ao final dessa etapa. O questionário aplicado encontra-se no **apêndice C** e denominamos de etapa de avaliação progressiva.

Ao final da aula, foi proposta a elaboração de um mapa mental a ser confeccionado em casa e entregue na aula seguinte. A atividade teve como objetivo avaliar a compreensão dos

estudantes sobre o tema abordado, bem como observar de que forma os conceitos se relacionam aos fenômenos físicos envolvidos.

Aula 5: SEGUNDO MOMENTO: ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO

A aula teve como objetivo aprofundar a compreensão dos estudantes acerca dos conceitos de modulação em amplitude (AM) e frequência (FM), contextualizando-os no funcionamento das transmissões de rádio, com base na atividade anterior desenvolvida a partir do material do GREF.

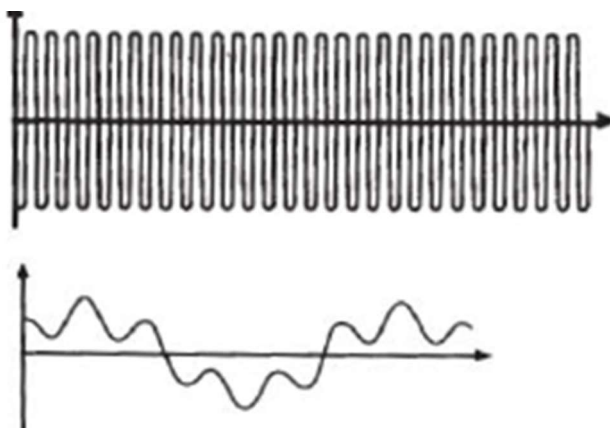
O início da aula foi marcado por uma breve retomada da atividade trabalhada na aula anterior, focada nas diferentes formas de comunicação e no papel das ondas eletromagnéticas no processo de transmissão das informações. Com o intuito de levantar conhecimento prévio e instigar a curiosidade dos estudantes, foi lançado a seguinte questão orientadora: "Vocês sabiam que, para o funcionamento das rádios, existe o conceito de ondas AM e FM? E quais diferenças existem entre essas duas formas de transmissão de ondas eletromagnéticas?"

Estas perguntas abriram espaço para a participação ativa dos estudantes, que compartilharam percepções empíricas sobre a qualidade do som, o alcance do sinal e a frequência. As respostas dos estudantes foram registradas no quadro, servindo como ponto de partida para a sistematização conceitual. Momento em que foram apontadas algumas palavras chaves e trabalhadas, a posteriori de forma organizada os conceitos de algumas delas.

Na sequência, foi realizada uma revisão orientada dos principais conceitos apresentados no texto "Diferentes formas de comunicação" disponível em: <https://fep.if.usp.br/~profis/gref.html>. Foram destacados os seguintes pontos: a codificação da informação sonora em sinais elétricos, a importância das antenas na emissão e recepção das ondas eletromagnéticas, o papel das ondas portadoras de alta frequência e o processo de modulação, que permite a transmissão eficaz dos sinais. A revisão foi feita de maneira dialogada, promovendo a interação e o esclarecimento de dúvidas pontuais.

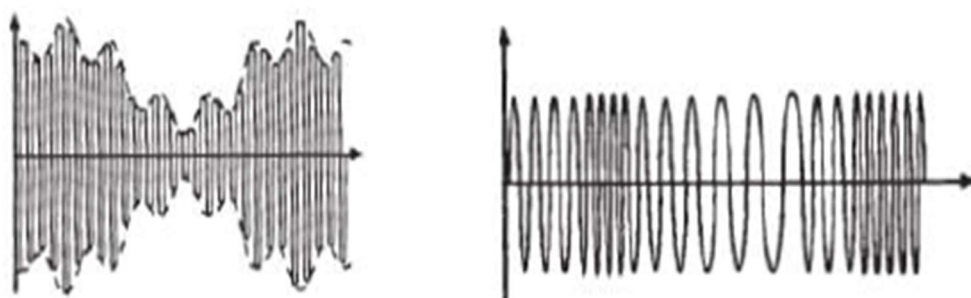
Com os fundamentos consolidados, foi introduzido de forma sistematizada o conceito de modulação em amplitude (AM) e modulação em frequência (FM). Foi explicado que, no sistema AM, as informações sonoras são transmitidas por meio da variação da amplitude da onda portadora, enquanto no sistema FM a variação ocorre na frequência da onda. Para apoiar a compreensão, esquemas ilustrativos foram desenhados no quadro, evidenciando as diferenças gráficas entre a modulação de amplitude e de frequência. As figura 8 e figura 9 mostra um perfil de uma onda sonora.

Figura 8: Apresentação da onda portadora e da onda sonora.



Fonte: GREF (1998)

Figura 9: Representação da onda sonora modulada em amplitude (AM) e em frequência (FM).



Fonte: GREF (1998)

Em seguida, iniciou-se uma discussão orientada sobre as implicações práticas dessas diferenças. Através de questionamentos dirigidos, como "Por que as rádios AM possuem maior alcance territorial?" e "Por que as rádios FM apresentam melhor qualidade sonora?" Os estudantes foram levados a refletirem sobre as características físicas das ondas, como a frequência de operação e a suscetibilidade às interferências. Mencionamos que esta questão aqui apresentada não é tão simples de serem diferenciada, o que exige uma atenção maior do docente para dirimir dúvidas e/ou possíveis entendimentos equivocados. Desta forma, as respostas dos estudantes foram complementadas pelo professor, que explicou que a maior propagação das ondas AM é decorrente de suas menores frequências, as quais permitem a reflexão na ionosfera, enquanto as ondas FM, devido às suas frequências mais elevadas, possuem maior fidelidade sonora, contudo de menor alcance.

Para o encerramento da aula, foi proposta uma atividade escrita individual, em que os estudantes deveriam elaborar um texto reflexivo sobre a importância das tecnologias de modulação na comunicação. Esta produção escrita teve como finalidade consolidar os conceitos trabalhados e estimular o desenvolvimento da capacidade crítica e argumentativa dos discentes **(Apêndice D)**.

A atividade proposta, fundamentada no estudo do funcionamento das rádios e das diferentes formas de comunicação descritas no material do GREF, tem como objetivo principal aprofundar a compreensão dos estudantes sobre os fundamentos físicos da transmissão de informações por meio de ondas eletromagnéticas, particularmente as tecnologias de modulação em amplitude (AM) e em frequência (FM).

Além de assegurar a apropriação dos conceitos físicos, a atividade visa estimular o desenvolvimento da capacidade de análise crítica, solicitando que os estudantes reflitam sobre a importância social e histórica das rádios como meio de comunicação. Ao propor a elaboração de um texto que o estudante dê sua opinião fundamentada, a atividade busca não apenas verificar a assimilação dos conteúdos técnicos como a função da antena, o papel das ondas portadoras, o processo de modulação e as diferenças práticas entre AM e FM, mas também incentivar os estudantes a relacionarem esses conhecimentos ao contexto mais amplo da sociedade contemporânea.

Espera-se que os estudantes consigam perceber não apenas os aspectos técnicos envolvidos no funcionamento do rádio, mas também a relevância histórica, cultural e social dessa tecnologia no processo de democratização da informação e no desenvolvimento da comunicação. Reafirmamos que a abordagem leva em consideração os aspectos cultural e social, no sentido de colaborar com as diretrizes da Competência Geral nº 1 (Conhecimento) da Base Nacional Comum Curricular, que orienta a valorização e utilização dos conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para compreender e explicar a realidade, bem como com a Competência Geral nº 5 (Cultura Digital), que destaca o uso crítico, reflexivo e ético das tecnologias da informação e comunicação nas práticas sociais e educativas, inserindo a ciência, a tecnologia e a sociedade como elementos fundamentais na formação integral dos estudantes (BRASIL, 2018).

Este não é o objetivo principal deste trabalho; contudo, o docente pode fazer referência a este contexto, pois questões relativas à comunicação e sua evolução ao longo dos tempos, permite esta inferência. Segundo Freire (2006), os fundamentos históricos e teóricos do campo científico da informação são bases da ciência e surgem a partir da emergência do paradigma do conhecimento científico apoiado na invenção da imprensa que se institucionaliza com a criação

das primeiras associações científicas, e sua expansão está ligada ao desenvolvimento da ciência em todos os segmentos da sociedade.

Ao término da aula, com o objetivo de consolidar os conhecimentos construídos durante a organização do conteúdo, foi realizado um experimento demonstrativo de ondas estacionárias, similar ao apresentado na figura 10. Esta atividade prática visou proporcionar aos estudantes a visualização concreta do fenômeno da interferência de ondas, aprofundando a compreensão dos conceitos teóricos discutidos anteriormente sobre propagação, modulação e transmissão de sinais.

Figura 10: Experimento de ondas estacionárias



Experimento de Física - Ondas Estacionárias

Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=84wkaaAf5j8>

O experimento consistiu na utilização de um gerador de frequência (Mini Motor / Motorzinho Dc 3v) acoplado a um cordão fixo em uma de suas extremidades, permitindo a formação de padrões de nós e ventres característicos das ondas estacionárias. À medida que o gerador alterava a frequência, os estudantes puderam observar diretamente a formação de diferentes modos estacionários, compreendendo, de maneira intuitiva e visual, como as ondas interagem no espaço através de fenômenos de interferência construtiva e destrutiva.

Este momento prático foi fundamental para a consolidação dos conceitos abordados durante a organização do conhecimento, especialmente no que se refere à compreensão da natureza das ondas eletromagnéticas utilizadas na comunicação por rádio. Ao observar o comportamento das ondas estacionárias, os estudantes puderam relacionar a ideia de frequência e de padrão de propagação com a transmissão das informações por ondas AM e FM,

reconhecendo que, da mesma forma que no experimento, as ondas de rádio também apresentam variações de frequência e amplitude para transportar as mensagens codificadas.

Assim, o experimento de ondas estacionárias encerrou a aula de maneira dinâmica, desempenhando um papel pedagógico estratégico ao estabelecer uma ponte entre a teoria e a prática, fortalecendo a aprendizagem significativa dos conceitos estudados e favorecendo a integração do conhecimento científico com a observação experimental.

Após o desenvolvimento dos conteúdos sobre a comunicação por ondas eletromagnéticas, e a realização do experimento prático de ondas estacionárias, procedeu-se à última etapa da organização do conhecimento, prevista no segundo momento dos Três Momentos Pedagógicos.

Nesta fase, foi aplicado um questionário avaliativo contendo dez questões de múltipla escolha, com o objetivo de diagnosticar o nível de compreensão dos estudantes sobre os conceitos fundamentais trabalhados ao longo das aulas. O questionário abordou temas centrais como a relação entre frequência e comprimento de onda, a natureza das ondas eletromagnéticas, os efeitos da interferência entre ondas, as diferenças na propagação das ondas AM e FM, e as implicações sociais e culturais do surgimento do rádio como meio de comunicação. Novamente, trata-se de implementação de uma avaliação progressiva.

A aplicação do instrumento avaliativo teve como objetivo específico verificar a consolidação dos conhecimentos assimilados pelos estudantes sobre a temática estudada. As questões foram elaboradas de modo a contemplar tanto o domínio de conteúdos físicos, como a equação fundamental da propagação de ondas ($v = \lambda \times f$) e as características das ondas eletromagnéticas, quanto a capacidade de análise crítica sobre o impacto social da rádio na democratização da informação e na integração cultural.

A realização do questionário também cumpriu a função pedagógica de favorecer a reflexão individual dos estudantes, exigindo deles o amadurecimento dos conceitos em situações-problema e a articulação entre teoria e prática. Dessa maneira, o encerramento da organização do conhecimento não se limitou a uma simples verificação mecânica de informações, mas dos saberes construídos coletivamente nas etapas anteriores. O questionário pode ser visto no **apêndice C**.

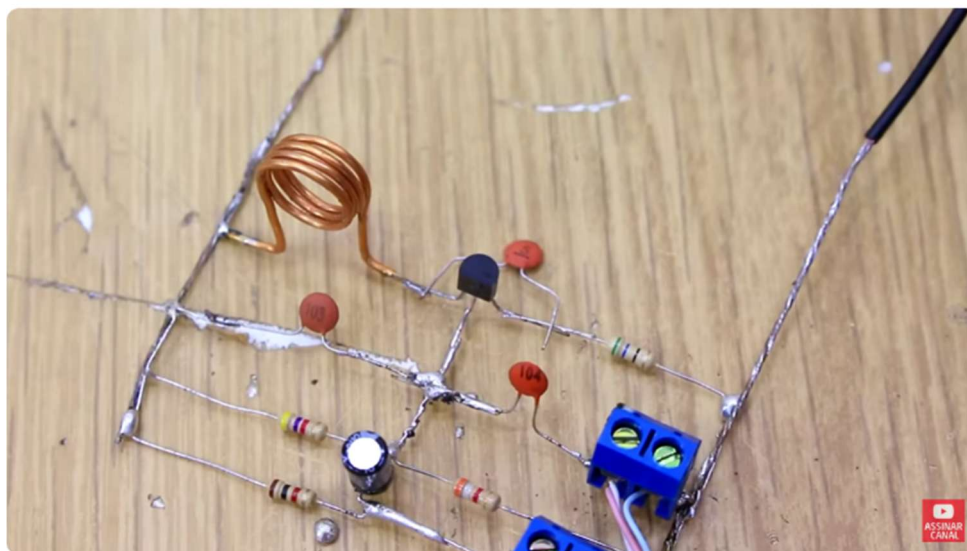
Assim, a atividade finalizou de forma estruturada este segundo momento dos Três Momentos Pedagógicos, preparando os estudantes para a etapa subsequente, a de aplicação do conhecimento. Nessa etapa será apresentada a proposta de montagem do experimento.

Aulas 6, 7 e 8: TERCEIRO MOMENTO: APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO

A etapa final da sequência didática, correspondente ao terceiro momento pedagógico, aplicação do conhecimento, foi realizada uma atividade prática centrada na construção de uma miniestação de rádio. Essa proposta teve como objetivo consolidar, de forma significativa, os conceitos de ondas eletromagnéticas, modulação de sinais e propagação de ondas discutidos nas etapas anteriores.

Para a realização da atividade, a turma foi dividida em três grupos. Cada grupo recebeu um *kit* contendo os materiais necessários para a montagem de um transmissor de rádio simples. O vídeo “Como Fazer um Transmissor de Rádio Simples Caseiro”, disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=bIVQsagChcE>, na plataforma YouTube conforme foi utilizado como fonte para subsidiar a confecção da mini estação de rádio. A figura 11 mostra os detalhes para construção do modelo, tendo vista os elementos eletrônicos necessários para construção do experimento.

Figura 11: Circuito da Rádio



Fonte: Canal XProjetos, acessado em: 10/03/2025

Os principais elementos do modelo são:

Um circuito eletrônico que contem:

- (a) Fios condutores;
- (b) Resistores de diferentes valores (56 ohms, 1k, 3,9k e 4,7k ohms);

- (c) Capacitores cerâmicos e eletrolíticos com variadas capacitâncias (incluindo um capacitor variável com faixa de até 40 pF;
- (d) Um transistor do tipo NPN (BC547 ou BC548);
- (e) Um microfone de eletreto;
- (f) Um LED vermelho;

Bobina confeccionada com fio esmaltado de 1 mm² (retirado de fonte de computador) e enrolado a um bulbo de caneta, com quatro voltas de enrolamento com cerca de um centímetro de diâmetro;

- (g) Antena, que foi improvisada com 30 cm do mesmo fio, e a alimentação do circuito foi feita com uma fonte de 3 a 5 volts;

Durante a montagem, a mediação feita pelo professor, que concentrou exclusivamente na orientação da atividade prática, auxiliando os estudantes, a posicionarem corretamente os componentes em circuito, verificar as conexões e testar o funcionamento. Não foram aprofundados, nesse momento, aspectos conceituais do funcionamento dos elementos, mas sim o apoio técnico necessário para que a montagem fosse concluída com segurança e organização.

Ao final da montagem, os grupos testaram o funcionamento de seus transmissores utilizando rádios convencionais, sintonizados em faixas próximas a 90 a 100 MHz, buscando captar o sinal emitido pelos circuitos. Foi possível verificar que apenas um dos três grupos conseguiu fazer sua estação funcionar corretamente, conseguindo transmitir som, como a voz dos colegas, que foi captado por meio do rádio receptor. Nos demais grupos, a rádio não funcionou como esperado, sendo considerada como possível causa a falta de experiência prévia na montagem de circuitos eletrônicos, o que pode ter levado a erros de conexão, polaridade incorreta de componentes ou falhas na bobina. Neste momento, foi possível dialogar com os grupos sobre o adequado posicionamento dos elementos do circuito. Foi disponibilizado um outro momento extraclasse, para que as equipes pudessem se dedicar a execução do experimento.

Ainda que tenham ocorrido essas dificuldades, todos os estudantes participaram ativamente da atividade experimental acompanhando os testes de funcionamento e discutindo em sala os possíveis fatores que interferiram no desempenho do transmissor. A vivência prática permitiu aos alunos observar, de maneira concreta, a transformação de energia sonora em sinal eletromagnético e a importância da correta organização dos componentes para o êxito do circuito.

Após os testes, foi promovido um momento coletivo de socialização, em que os estudantes compartilharam percepções, dúvidas e descobertas feitas ao longo da atividade. Para

concluir, foi aplicado um questionário avaliativo com o objetivo de verificar a compreensão geral dos conteúdos abordados ao longo da sequência didática. As questões abordaram temas como as características das ondas eletromagnéticas, os princípios da comunicação via rádio, a função dos componentes eletrônicos, a modulação do sinal e os impactos sociais e históricos da invenção do rádio.

Para finalizar a sequência didática foi aplicado um questionário reflexivo, elaborado com o propósito de retomar os principais elementos abordados ao longo dos Três Momentos Pedagógicos, promovendo uma síntese crítica da experiência vivida pelos estudantes conforme **Apêndice E**.

As respostas evidenciam a articulação entre teoria, prática e contexto sociocultural.

No primeiro momento, a problematização, foi proposta a reflexão inicial sobre a invenção do rádio e seu impacto histórico, tendo como objetivo reforçar sobre a importância das ondas eletromagnéticas para a comunicação. Questões como a 7 *“Na sua opinião, quais foram os maiores benefícios que o rádio trouxe para a sociedade desde sua criação? E como você avalia sua relevância hoje?”* e a 8 *“Como você avalia o papel da física no progresso tecnológico?”* Retomam esse ponto de partida. Por meio dessas perguntas, os alunos são conduzidos a pensar criticamente sobre os avanços da ciência, não apenas como fatos isolados, mas com evidências de transformação social e cultural, desde o rádio até os dispositivos modernos.

O segundo momento, de organização do conhecimento, envolveu aulas teóricas e discussões sobre ondas e suas propriedades, além de conceitos como frequência, amplitude, modulação e propagação. A questão 1 *“Como você avaliaria a explicação teórica sobre ondas?”* Permite ao estudante refletir sobre a clareza e o domínio dos conceitos apresentados. Já a questão 2 *“Você conseguiu perceber como os conceitos de ondas estão presentes no nosso dia a dia?”* e a 3 *“Como você entende a importância das ondas no cotidiano?”* Reforçam a tentativa de conectar o conhecimento científico à vivência dos alunos, estimulando uma aprendizagem contextualizada. A apropriação desse saber é essencial para que a etapa seguinte, a prática, não seja apenas técnica, mas fundamentada.

O terceiro momento, de aplicação do conhecimento, culminou na construção de uma miniestação de rádio, em que os estudantes, divididos em grupos, colocaram em prática os conceitos aprendidos. A questão 5 *“Como você percebeu a relação entre avanços científicos e tecnológicos ao construir o rádio?”* Aponta justamente para essa vivência prática. A atividade, embora tenha apresentado habilidades que os estudantes não tinham, despertou novas motivações, que serão analisadas na questão 4 *“O projeto trouxe alguma nova curiosidade*

sobre física ou tecnologia? ”, revelando o potencial da experimentação como estímulo de interesse e aprofundamento.

Por fim, a questão 6 “*O que você considera o maior aprendizado? ”* Convida o estudante a integrar todas as etapas da sequência, sintetizando os conteúdos apreendidos e avaliando de forma pessoal a relevância da física em sua formação. Esse retorno crítico representa o fechamento do ciclo didático, onde a problematização inicial encontra sua resposta concreta na experimentação e reflexão final, promovendo uma aprendizagem significativa e conectada com a realidade dos estudantes.

6.3 Características das Intervenções

Análise dos resultados relativos ao Primeiro Momento Problematização Inicial:

Nesta etapa analisou-se as estratégias utilizadas para despertar o interesse dos alunos por meio da contextualização histórica da invenção do rádio, bem como a sondagem dos conhecimentos prévios sobre o funcionamento das ondas e da comunicação sem fio.

Análise dos resultados relativos ao Segundo Momento Organização do Conhecimento: Esta seção avaliou o desenvolvimento dos conceitos físicos fundamentais (como amplitude, frequência, modulação e espectro eletromagnético) e a mediação docente durante aulas expositivas, atividades práticas com simulações (como o PhET), produção de mapas mentais e aplicação de questionários avaliativos.

Análise dos resultados relativos ao Terceiro Momento Aplicação do Conhecimento: Trata-se da etapa prática, na qual os estudantes construíram um protótipo de transmissor de rádio, relacionando teoria e prática. Também serão discutidos os resultados do questionário reflexivo final, que buscou identificar aprendizagens significativas, curiosidades despertadas e percepções sobre a física e sua presença no cotidiano.

Cada etapa destas intervenções estão descritas nos momentos pedagógicos apresentados na metodologia e discussões dos resultados, com o devido relato e análise do autor na abordagem do conteúdo articulado com a sequência didática apresentada nos três momentos pedagógicos.

7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, são apresentados e analisados os resultados obtidos com a aplicação da sequência didática fundamentada na metodologia dos Três Momentos Pedagógicos, conforme proposta por Delizoicov e Angotti (1990). O foco da análise está em compreender como a abordagem didática adotada contribuiu para o desenvolvimento da aprendizagem dos estudantes sobre as ondas eletromagnéticas, com ênfase na contextualização histórica e tecnológica do rádio.

A discussão será conduzida a partir das evidências coletadas ao longo da intervenção didática, como respostas aos questionários diagnósticos, produções dos alunos, registros das aulas, resultados da construção da miniestação de rádio e reflexões dos discentes. Para isso, o capítulo está estruturado em três partes, cada uma correspondente a um dos momentos pedagógicos da metodologia utilizada:

A análise dos resultados buscou evidências sobre como a proposta contribuiu para a aprendizagem significativa, o desenvolvimento de habilidades investigativas e críticas, e a aproximação do conteúdo científico à realidade dos estudantes. Essa discussão foi embasada tanto nos registros empíricos quanto nas concepções teóricas que sustentaram a elaboração da sequência.

7.1 Problemática inicial

O Primeiro Momento da metodologia dos Três Momentos Pedagógicos, denominado problematização inicial, tem como principal objetivo levantar questionamentos e mobilizar os conhecimentos prévios dos estudantes diante de uma situação concreta, relacionada ao tema a ser desenvolvido. Nesta etapa introdutória da sequência didática, buscou-se instigar a curiosidade e o engajamento dos alunos por meio da apresentação de uma realidade próxima e significativa: o rádio. Ao lançar mão de um recurso audiovisual que abordasse a história e a evolução dessa tecnologia, visou-se promover uma reflexão crítica inicial sobre os aspectos científicos, sociais e históricos relacionados ao funcionamento e à importância desse meio de comunicação, estabelecendo, assim, um contexto propício para o desenvolvimento dos conteúdos de Física, em especial os relacionados às ondas eletromagnéticas.

Para a introdução do tema, foi exibido o vídeo intitulado " como fazer miniestação de rádio em casa" (disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=bIVQsagChcE>), que apresenta, de forma acessível e cronológica, o desenvolvimento do rádio enquanto tecnologia de comunicação, desde sua origem até sua consolidação como um dos principais meios de

difusão de informação e cultura no século XX. O recurso audiovisual serviu como ponto de partida para que os estudantes entrassem em contato com os aspectos históricos, sociais e técnicos que envolvem o rádio, favorecendo uma aproximação entre o conhecimento científico e a realidade concreta.

Figura 12: Momento de aula 1



Fonte: Os autores (2025).

A escolha do vídeo teve por finalidade estabelecer uma ponte entre o conhecimento prévio dos alunos e os conteúdos que seriam desenvolvidos nos momentos subsequentes da sequência. Ao apresentar o rádio como uma tecnologia historicamente construída, o vídeo permitiu levantar questões iniciais acerca do seu funcionamento, da natureza das ondas utilizadas para transmissão e recepção de sinais, bem como das transformações sociais promovidas por esse meio de comunicação ao longo do tempo.

Logo após a exibição, os estudantes foram conduzidos a responder a um questionário diagnóstico, composto por perguntas abertas, visando investigar suas concepções iniciais sobre o tema, seus conhecimentos prévios a respeito da história do rádio e, especialmente, suas ideias sobre os fenômenos físicos envolvidos em seu funcionamento, como a propagação das ondas eletromagnéticas. As respostas obtidas por meio deste instrumento serão analisadas nesta seção, buscando compreender as possibilidades e os desafios didáticos para a construção do conhecimento ao longo da sequência.

Após o vídeo os estudantes responderam ao primeiro questionário que contou com 8 questões abertas e a participação de 28 estudantes.

Figura 13: Momento de aula 2



Fonte: Os autores (2025)

1ª questão: *O princípio de funcionamento da rádio teve início em 1831 com Michael Faraday e a descoberta da indução eletromagnética, possibilitando a criação da primeira companhia de rádio do mundo, que surgiu em 1896 e revolucionou a comunicação, possibilitando a transmissão de informação de forma rápida. Essa foi uma breve contextualização, você já teve acesso a outras informações como por exemplo aquelas mostradas no vídeo sobre a história da rádio. A partir dessas informações, escreva sobre a importância que a física teve para o desenvolvimento de aparelhos capazes de transmitir informações a distância?*

A primeira questão do questionário tem como principal objetivo estimular os estudantes a refletirem sobre a relação entre os avanços da Física e o desenvolvimento tecnológico dos sistemas de comunicação, especialmente no que se refere ao rádio.

Ao mencionar figuras históricas, como Michael Faraday, e contextualizar a descoberta da indução eletromagnética como ponto de partida para as tecnologias de transmissão, a pergunta tem a perspectiva de verificar o quanto os estudantes compreendem sobre a importância do conhecimento científico, particularmente da Física, para a criação de dispositivos capazes de transmitir informações a distância.

Essa abordagem permite identificar se os alunos percebem a Física como uma ciência aplicada à resolução de problemas concretos e históricos, ao mesmo tempo em que possibilita a conexão para o aprofundamento posterior dos conceitos de ondas eletromagnéticas e impactos sociais e tecnológicos.

As figuras 14, trazem alguns recortes de respostas dos estudantes sobre a problematização construída.

Estudante A: Com a ajuda da física foi possível descobrir a indução eletromagnética assim fazendo possível a criação da rádio.

Figura 14: Respostas dos estudantes para o primeiro questionário: 1º Questão

Com a ajuda da física foi possível descobrir a indução eletromagnética assim fazendo possível a criação da rádio



Estudante B: A Física ajudou muito as pessoas para que isso facilitou a vida de todos antes foi a rádio hoje são os celulares, computadores, tudo através do sinal Wi fi.

A física ajudou muito as pessoas por que isso facilitou a vida de todos antes foi a rádio hoje são celulares, computadores, tudo através do sinal de wifi



Estudante C: A física teve a importância no desenvolvimento possibilitando que a rádio esteja presente no país todo, revolucionando a comunicação transmitindo de forma rápida.

A física teve a importância no desenvolvimento possibilitando que a rádio esteja presente no país todo, revolucionando a comunicação transmitindo de forma rápida.



Estudante D: A física teve grande importância porque a partir da física e seus componentes foram possíveis a criação das rádios utilizando ondas eletromagnéticas e

A física teve grande importância porque a partir da física e seus componentes foram possíveis a criação das rádios utilizando ondas eletromagnéticas e frequências variáveis



Estudante E: A física teve uma importante parte no desenvolvimento de aparelhos que transmite informações a distância por causa das ondas eletromagnéticas.

a física teve uma importante parte
no desenvolvimento de aparelhos que
transmite informações a distância
por causa das ondas eletromagnéticas



Fonte: Os autores (2025)

As respostas apresentadas pelos estudantes A, B, C, D e E revelam diferentes níveis de compreensão sobre a relação entre a Física e o funcionamento das rádios. O **estudante A** destacou corretamente a indução eletromagnética como fundamental para o surgimento da rádio, demonstrando relação entre teoria física e aplicação tecnológica, ainda que de forma resumida. O **Estudante B** fez uma associação mais ampla e generalizada, relacionando a Física ao desenvolvimento de diversas tecnologias, como celulares e *Wi-Fi*, sem aprofundar aspectos específicos do funcionamento do rádio.

O **Estudante C** enfatizou a importância da Física na expansão e rapidez da comunicação, mostrando compreensão do impacto social do rádio, embora sem uso de conceitos físicos específicos. O **Estudante D** apresentou uma resposta mais técnica, mencionando as ondas eletromagnéticas e frequências sonoras; ainda que tenha havido possível confusão entre os dois tipos de ondas. Já o **Estudante E** também citou as ondas eletromagnéticas como responsáveis pela transmissão de informações, indicando um entendimento conceitual mais direto e objetivo.

Os estudantes demonstraram reconhecer a importância da Física na criação e funcionamento das rádios, sendo esse o objetivo principal da questão. Além de citar várias grandezas da física relativas ao fenômeno.

2ª questão – Qual é o agente responsável pela transmissão da informação das rádios?

A segunda questão tem como objetivo principal direcionar a atenção dos estudantes para o fenômeno físico essencial ao funcionamento do rádio: a propagação das ondas eletromagnéticas. Inserida ainda no contexto do Primeiro Momento, voltado à problematização inicial, essa pergunta busca verificar se os alunos reconhecem que a transmissão da informação

pelas rádios ocorre por meio das ondas eletromagnéticas e não por mecanismos mais intuitivos ou imediatos, como fios ou meios mecânicos.

A intenção pedagógica é fazer com que os estudantes comecem a identificar os elementos fundamentais envolvidos no processo de comunicação via rádio, mesmo que ainda de forma preliminar ou incompleta. Ao nomear esse "agente responsável", espera-se que os estudantes expressem suas concepções iniciais sobre como a informação chega até os receptores, essa questão busca identificar possíveis concepções alternativas ou lacunas conceituais que deverão ser exploradas e trabalhadas nos momentos posteriores da sequência.

Além disso, essa questão também faz um elo entre a contextualização histórica trazida pelo vídeo apresentado no primeiro momento sobre a evolução das rádios e os conteúdos científicos a serem desenvolvidos, pois ressalta a dimensão física do processo de comunicação, possibilitando, nos próximos momentos, aprofundar o estudo das características, propriedades e comportamentos das ondas envolvidas nesse tipo de tecnologia.

As Figuras 15 mostram as respostas de alguns estudantes:

Estudantes F: No ponto de vista é as ondas eletromagnéticas pois através das ondas são geradas as informações.

Figura 15: Respostas dos estudantes para o primeiro questionário: 2ª Questão

No ponto de vista é as ondas eletromagnéticas pois através das ondas são geradas as informações.

Estudante G: As ondas eletromagnéticas e sonoras.

As ondas eletromagnéticas e sonoras.

Estudante H: O agente responsável pela transmissão são as ondas eletromagnéticas.

O agente responsável pela transmissão são as ondas eletromagnéticas.

Estudante I: É o rádio transmissor, o rádio converte sinais de rádio como a voz de um locutor ou música em sinais.

É o rádio transmissor. O rádio converte sinais de áudio como a voz de um locutor ou música em sinais.

Estudante J: O agente responsável pela transmissão das rádios é a onda eletromagnética, como a voz, música, ele é moldado e convertida em uma onda magnética.

O AGENTE RESPONSÁVEL PELA TRANSMISSÃO DAS RÁDIOS É A ONDA ELETROMAGNÉTICA, COMO A VOZ E MÚSICA, ELE É MOLDADO E CONVERTIDO EM UMA ONDA MAGNÉTICA.

Fonte: Os Autores (2025)

As respostas dos estudantes F, G, H I e J sobre o agente responsável pela transmissão da informação nas rádios indicam que eles reconhecem as ondas eletromagnéticas como o meio utilizado nesse processo. O **estudante F** identificou corretamente as ondas eletromagnéticas como responsáveis pela transmissão, ainda que sua explicação contenha certa imprecisão conceitual sobre o processo. O **estudante H** apresentou uma resposta objetiva e conceitualmente precisa, demonstrando domínio do termo correto.

O **estudante J** também reconheceu as ondas eletromagnéticas, tentando explicar como a informação (voz e música) é convertida para ser transmitida, o que indica uma tentativa de compreensão mais detalhada, mesmo com uso de termos imprecisos como “onda magnética”. O **estudante G** mencionou tanto ondas eletromagnéticas quanto sonoras, revelando uma confusão conceitual comum, mas que indica familiaridade com os elementos envolvidos no processo de comunicação. Já o **estudante I** apresentou uma explicação de funcionamento da rádio de forma coerente, reconhecendo o papel do transmissor no envio de sinais, o que demonstra entendimento prático no processo de emissão e recepção do sinal.

Os estudantes demonstraram reconhecer que há um fenômeno físico envolvido na transmissão da informação via rádio, com parte deles identificando corretamente as ondas eletromagnéticas, enquanto outros ainda apresentam confusões ou explicações incompletas, o que confirma a importância de aprofundar esse conteúdo nos próximos momentos da sequência didática.

3ª e 4ª questões: *Questão 3 – Em qual unidade é medida a grandeza que nos permite identificar uma estação de rádio? Você conhece sobre esta grandeza? Se sim, poderia dar mais exemplos?*

Questão 4 – O que você entende por ondas? Poderia definir ondas sonoras e ondas eletromagnéticas

A terceira questão, ao perguntar em qual unidade é medida a grandeza que permite identificar uma estação de rádio, busca identificar se os estudantes reconhecem que essa grandeza é a frequência, medida em hertz (Hz). Ao incluir a pergunta complementar sobre o conhecimento prévio e outros exemplos, busca-se avaliar a familiaridade dos alunos com o conceito de frequência e sua aplicação em diferentes contextos do cotidiano. Essa questão contribui para levantar os conhecimentos prévios dos estudantes e introduzir conceitos fundamentais que serão aprofundados ao longo da sequência didática, conectando a linguagem da Física com situações práticas do dia a dia.

A quarta questão foi estruturada com o objetivo de diagnosticar as concepções prévias dos estudantes acerca do conceito de onda e suas diferentes manifestações no contexto físico, especialmente aquelas diretamente envolvidas no funcionamento do rádio. Essa questão tem caráter fundamental inserir novos conceitos sobre um dos temas centrais da sequência didática: a natureza e a distinção entre os tipos de ondas.

Ao solicitar que os estudantes definam, em suas próprias palavras, o que compreendem por ondas, e que diferenciem as ondas sonoras das ondas eletromagnéticas, busca-se inicialmente identificar possíveis concepções alternativas, como a ideia de que todas as ondas precisam de um meio material para se propagar ou a confusão entre som e sinal de rádio. Além disso, pretende-se observar se os estudantes são capazes de reconhecer características básicas que distinguem esses fenômenos, como a necessidade de meio material no caso das ondas sonoras e a propagação no vácuo pelas ondas eletromagnéticas.

Essas duas questões, portanto, têm a função de introduzir o conceito de frequência e a natureza das ondas, elemento essencial para a compreensão das transmissões de rádio e das propriedades das ondas eletromagnéticas.

As figuras 16 mostram as respostas de alguns estudantes:

Estudante K: Na minha rua tem uma pessoa que tem tipo uma estação de rádio, e ele tem uma rádio, é uma antena no caso deles para fazer comunicação com o sistema solar.

Figura 16: Respostas dos estudantes para o primeiro questionário: 3º Questão

Na minha rua tem umopesso que tem tipo uma estação de rádio, e ele, tem uma rádio, é uma antena no caso deles pra fazer comunicações com o sistema solar.

Estudante L: Não conheço sobre.

Não conheço sobre.

Estudante M: Eu acho que toda cidade tem uma estação de rádio, onde recebem para transmitir anúncios e propaganda de comércios da cidade, um exemplo é a rádio FM de Barra da estiva.

Eu acho que toda cidade tem uma estação de Rádio, onde recebem para transmitir anúncios e propagandas de comércios da cidade, um exemplo é a Rádio FM de Barra da Estiva.

Estudante N: (Hz) Hertz.

(Hz) Hertz

Estudante O: É a frequência, medida em Hertz (Hz) que também é utilizada tela dos celulares, monitores e televisões.

É A FREQUÊNCIA, MEDIDA EM HERTZ (HZ) QUE TAMBÉM É UTILIZADA NA TELA DOS CELULARES, MONITORES E (COMPT) TELEVISÕES

Fonte: Os Autores (2025)

As respostas apresentadas no conjunto da Figura (x) acima indicam diferentes níveis de compreensão. O **Estudante O** respondeu de forma completa e adequada, identificando

corretamente a frequência como grandeza, sua unidade de medida (Hz) e citando exemplos pertinentes, como telas de celulares, monitores e televisões. Essa resposta está totalmente alinhada com o esperado e demonstra uma compreensão conceitual sólida.

O **Estudante N** também indicou corretamente a unidade de medida (hertz), mas sem contextualizar a que grandeza ela se refere ou apresentar exemplos, o que sugere conhecimento parcial. Já o **Estudante M** apresentou uma compreensão mais voltada ao aspecto funcional e social das rádios, sem relação direta com o conceito físico solicitado, o que indica desconhecimento do conteúdo específico da questão.

O **Estudante L** declarou não conhecer o tema, o que demonstra ausência de familiaridade com o conceito. Por fim, o **Estudante K** apresentou uma resposta sem muita exatidão, mencionando uma antena que se comunica com o “sistema solar”, o que evidencia uma concepção equivocada e sem relação com os princípios físicos abordados na questão.

A maioria apresentou respostas vagas, incompletas ou conceitualmente equivocadas, reforçando a necessidade de introduzir e explorar mais profundamente o conceito de frequência ao longo da sequência didática.

As figuras 17 mostram as respostas da questão 4 de alguns estudantes:

Estudante P: Ondas sonoras são o som que sai do rádio Ondas eletromagnéticas são ondas responsáveis pela transmissão do rádio, é a energia que o rádio recebe.

Figura 17: Respostas dos estudantes para o primeiro questionário: 4º Questão

Ondas sonoras, são o som que sai do rádio
Ondas eletromagnéticas são ondas responsáveis pela transmissão
do rádio, é a energia que o rádio recebe.

Estudante Q: São ondas que não requerem um meio material para se propagar e consistem em oscilações de campo elétrico e magnéticos.

São ondas que não requerem um meio material para se propa-
gar e consistem em oscilações de campos elétricos e magnéticos.

Estudante R: São ondas que transmitem energia, que se propagam (espalham) pelo ar, vácuo.

São ondas que transmitem energia, que se propagam (espalham) pelo ar, vácuo.

Estudante S: Ondas são uma frequência.

Ondas sonoras são frequências que ao serem captadas pelas antenas formam um som.

Ondas são uma frequência.
Ondas sonoras são frequências que ao serem captadas pelas antenas formam um som.

Estudante T: As ondas eletromagnéticas são ondas de energia através do ar e ondas sonoras é algo que fica estendida no ar até um certo momento usando o ar também.

As ondas eletromagnéticas são ondas de energia através do ar e ondas sonoras é algo que fica estendida no ar até um certo momento usando o ar também.

Fonte: Os Autores (2025)

As respostas dos estudantes mostram diferentes níveis de entendimento sobre o conceito de ondas e suas manifestações no contexto da Física. A questão buscava identificar se os alunos compreendem a diferença entre ondas sonoras e ondas eletromagnéticas, reconhecendo características básicas como a necessidade ou não de meio material para a propagação.

O **Estudante P** apresentou uma resposta próxima do esperado ao afirmar que as ondas eletromagnéticas são responsáveis pela transmissão do rádio, enquanto as ondas sonoras são o som que sai do aparelho. Embora a explicação seja simples, ela mostra que o estudante consegue distinguir os dois momentos do processo: a transmissão via ondas eletromagnéticas e a recepção em forma de som, o que é um indicativo positivo de compreensão inicial.

O **Estudante Q** forneceu uma descrição conceitualmente adequada das ondas eletromagnéticas, ao afirmar que são ondas que não requerem um meio material para se propagar e que consistem em oscilações de campos elétrico e magnético. O **Estudante R** apresentou uma resposta mais geral, mas conceitualmente válida, ao definir as ondas como transmissoras de energia que se propagam pelo ar e pelo vácuo. Apesar de não diferenciar

diretamente os tipos de onda, o estudante demonstra ter noção das possibilidades de propagação, indicando um ponto de partida importante para aprofundar a discussão.

O Estudante T também diferenciou ondas sonoras e eletromagnéticas, ainda que de forma um pouco vaga. Reconheceu que ambas se propagam pelo ar, mas sua descrição aponta para a ideia de que as ondas eletromagnéticas estão associadas à energia, enquanto as sonoras estão relacionadas à presença do som no ambiente. A resposta demonstra uma compreensão parcial, porém relevante, que pode ser explorada didaticamente.

O Estudante S apresentou uma confusão conceitual ao afirmar que ondas são uma frequência, mas chamou atenção ao tentar relacionar as ondas sonoras com o funcionamento das antenas. Apesar do erro, essa tentativa de conexão entre elementos práticos e conceitos físicos indica um esforço de compreensão que pode ser bem direcionado durante as aulas no processo de construção do conhecimento.

As respostas demonstram que parte dos estudantes possui conhecimentos prévios úteis para iniciar o estudo sobre as ondas, especialmente no que se refere à transmissão e recepção de sinais de rádio. Ao mesmo tempo, os equívocos e imprecisões identificados reforçam a importância da mediação pedagógica na diferenciação entre os tipos de ondas, sua natureza física e seus modos de propagação.

5ª Questão: *Por que não é permitido o funcionamento de rádio piratas. Quais são os problemas que essas rádios causam?*

A quinta questão do questionário foi elaborada com o objetivo de estabelecer uma conexão entre o conteúdo científico e os aspectos legais e sociais que envolvem o uso do espectro eletromagnético, promovendo uma abordagem crítica que prioriza a problematização da realidade vivida pelos estudantes.

Ao provocar a reflexão sobre o funcionamento das chamadas "rádios piratas", a questão visa contextualizar o estudo das ondas eletromagnéticas com uma situação concreta e atual, frequentemente presente no cotidiano de comunidades onde transmissões não autorizadas são conhecidas ou comentadas. Com isso, busca-se identificar se os estudantes compreendem que o espectro de frequências utilizado para comunicação é regulado por órgãos competentes e que seu uso desordenado pode gerar interferências prejudiciais à comunicação, riscos à segurança e conflitos legais.

As figuras 18 mostram as respostas de alguns estudantes:

Estudante U: Rádios piratas são rádios que não tem autorização para transmitir, podendo afetar rádios oficiais e colocar em risco a transmissão.

Figura 18: Respostas dos estudantes para o primeiro questionário: 5º Questão

rádios piratas são rádios que não tem autorização para transmitir, podendo afetar rádios oficiais e colocar em risco a transmissão

Estudante V: Porque pode atrapalhar as transmissões das outras rádios.

Porque pode atrapalhar as transmissões das outras rádios.

Estudante W: Pois os rádios piratas atrapalham as transmissões e é usada para coisas ilícitas.

Pois os rádios piratas atrapalham as transmissões e é usada para coisas ilícitas.

Estudante X: Porque causam interferência.

Porque causam interferência.

não é permitido por vários motivos os principais problemas são falta de regulação, interferência de sinal, concorrência desleal, questões de segurança, conteúdo ilegal

Estudante Y: Não é permitido por várias razões os principais problemas são falta de regulação, interferência de sinal, concorrência desleal, questões de segurança e conteúdo ilegal.

Fonte: Os Autores (2025)

As respostas dos estudantes à quinta questão mostram que a maioria conseguiu compreender, de forma geral, os principais problemas associados ao funcionamento de rádios

piratas. Esperava-se que os alunos reconhecessem que o uso não autorizado do espectro eletromagnético pode causar interferências nas transmissões oficiais, comprometer a segurança da comunicação e violar normas legais.

O **Estudante U** apresentou uma resposta completa e adequada, ao destacar a ausência de autorização e os riscos de interferência, demonstrando uma compreensão clara sobre os limites legais e técnicos envolvidos. De forma semelhante, A resposta do **Estudante Y** foi uma das mais bem estruturadas entre as apresentadas, mencionando diversos aspectos relevantes, como falta de regulação, interferência de sinal, questões de segurança e conteúdo ilegal, o que indica uma visão crítica e abrangente sobre o tema.

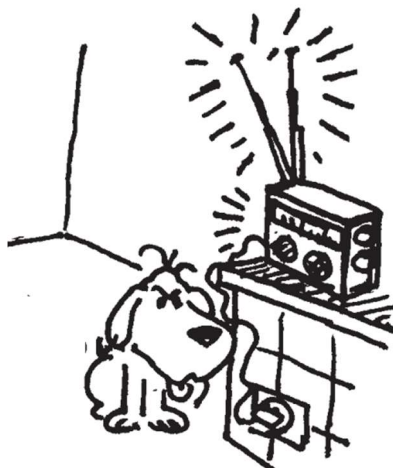
O **Estudante V** e o **Estudante X** foram mais objetivos e resumidos, mas conseguiram apontar corretamente o problema central das rádios piratas: a interferência em outras transmissões. Embora as respostas sejam simples, elas mostram que os alunos entenderam o ponto principal da questão.

O **Estudante W** também reconheceu o impacto negativo das rádios piratas ao citar interferências. Essa resposta amplia a discussão para além do aspecto técnico, incluindo a dimensão social e legal da questão, o que está alinhado com os objetivos propostos.

As respostas indicam que os estudantes conseguiram estabelecer uma conexão entre o uso do espectro eletromagnético e as implicações legais e técnicas do funcionamento das rádios piratas. A maioria demonstrou consciência de que o uso desordenado dessas frequências pode trazer consequências negativas, estabelecendo conexão com a realidade dos alunos.

6ª questão: *Na comunicação que utiliza rádio, as informações chegam ao aparelho pela tomada ou pela antena?*

Figura 19: Funcionamento do rádio



Fonte: GREF (1998)

A sexta questão do questionário foi formulada com o intuito de avaliar o entendimento dos estudantes sobre os elementos físicos envolvidos na recepção do sinal de rádio, distinguindo entre os papéis da fonte de energia elétrica e da antena. Essa questão tem como função contribuir para a problematização inicial, ao confrontar possíveis concepções equivocadas ou confusas sobre o funcionamento do rádio.

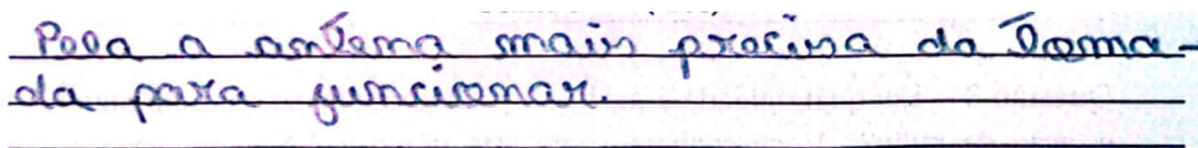
A imagem que acompanha a questão, que mostra um cachorro aparentemente confuso ao observar o rádio ligado à tomada, reforça de maneira lúdica essa dúvida comum: se o conteúdo (a informação sonora) chega pela rede elétrica ou por outro meio. Ao propor esse questionamento, tem como objetivo identificar se os estudantes reconhecem que a antena é o componente responsável pela captação das ondas eletromagnéticas que carregam a informação, enquanto a tomada apenas fornece a energia elétrica necessária para o funcionamento do aparelho.

Com isso, a questão busca explorar e tornar visível uma confusão conceitual recorrente entre fonte de energia e meio de transmissão de dados, oferecendo uma oportunidade didática para esclarecer essas diferenças e preparar os alunos para a compreensão mais aprofundada da propagação de ondas e dos mecanismos de recepção de sinais. Assim, ela se apresenta como um importante questionamento entre o cotidiano dos estudantes e os fundamentos físicos que serão desenvolvidos nas etapas seguintes da sequência didática.

As Figuras 20 mostram as respostas de alguns estudantes:

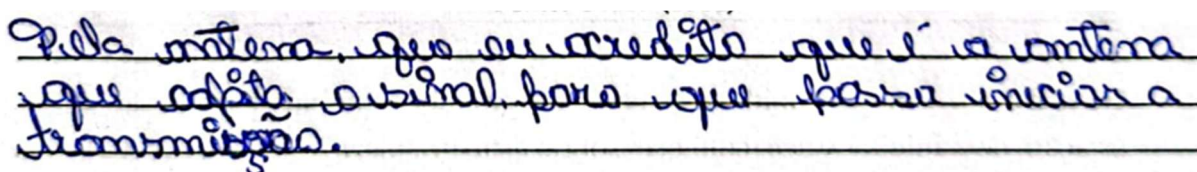
Estudante Z: Pela antena mas precisa de tomada para funcionar.

Figura 20: Respostas dos estudantes para o primeiro questionário: 6º Questão



Pela a antena mais precisa da tomada para funcionar.

Estudante AA: Pela antena, que eu acredito que é a antena que capta o sinal para que possa iniciar a transmissão.



Pela antena, que eu acredito que é a antena que capta o sinal para que possa iniciar a transmissão.

Estudante BB: A comunicação chega através da antena, porem alguns tipos de rádios são através da energia solar.

A comunicação chega através da antena, porem alguns tipos de rádios são através da energia solar

Estudante CC: Pela antena, porque: Antigamente muitas casas não tinha nem energia e eles usavam rádio para obter informações que na televisão eles não tinha. Então não era pela tomada, mas pela antena, mas é dependendo do rádio.

Pela antena, porque: Antigamente muitas casas não tinha nem energia, e eles usavam rádio para obter informações que na televisão eles não tinha. Então não era pela tomada mais pela antena, mais é dependente do rádio

Estudante DD: A tomada seria para alimentar, já as antenas recebem as ondas eletromagnéticas da emissão da rádio desejada.

A tomada serve para alimentar, já as antenas recebem as ondas eletromagnéticas da emissão da rádio desejada.

Fonte: Os autores (2025)

As respostas dos estudantes à sexta questão demonstram um bom nível de compreensão sobre a diferença entre a função da antena e a da tomada no funcionamento do rádio. A maioria reconheceu corretamente que a antena é responsável pela recepção do sinal, enquanto a tomada apenas fornece a energia necessária para o funcionamento do aparelho. Essa distinção é fundamental, pois evita a confusão comum entre meio de transmissão da informação e fonte de alimentação elétrica, foco central da questão.

O **Estudante DD** apresentou a resposta mais completa e conceitualmente correta, ao afirmar que a tomada serve para alimentar o aparelho, enquanto a antena recebe as ondas eletromagnéticas emitidas pela estação de rádio. A resposta utiliza os termos apropriados e demonstra clareza na separação entre os dois elementos físicos envolvidos no processo.

O **Estudante Z** também reconheceu que a informação chega pela antena, mas destacou a necessidade da tomada para o funcionamento do aparelho. Ainda que a resposta seja mais direta, demonstra boa compreensão da função de cada componente.

O **Estudante CC** trouxe um argumento contextualizado historicamente, mencionando que em tempos passados, quando muitas casas não possuíam energia elétrica, o rádio ainda era utilizado com base na captação pelas antenas. Embora a explicação contenha elementos subjetivos, ela enriquece a discussão ao mostrar uma compreensão prática e social da função da antena, reforçando sua importância no processo de recepção da informação.

O **Estudante BB** apontou corretamente que a comunicação chega pela antena, mas também mencionou outros tipos de alimentação energética, como a energia solar. Essa resposta amplia a discussão, mostrando que o aluno compreende que a fonte de energia pode variar, mas que a captação da informação continua sendo feita pela antena.

O **Estudante AA** afirmou que a antena capta o sinal e permite o início da transmissão, demonstrando uma visão funcional adequada, mesmo que com linguagem menos técnica. Ainda assim, a resposta mostra que o estudante entende que é a antena quem recebe a informação.

Os estudantes demonstraram boa assimilação do papel da antena no processo de recepção de informações via rádio, e muitos também conseguiram relacionar corretamente a função da tomada como fonte de energia. As respostas indicam que essa questão cumpriu bem seu papel na problematização inicial, permitindo identificar concepções bem estruturadas e também promover esclarecimentos conceituais essenciais para a continuidade da sequência didática.

7ª Questão: De acordo aos seus conhecimentos responda o que é:

- *Frequência;*
- *Amplitude;*
- *Período;*
- *Ondas mecânicas;*
- *Ondas eletromagnéticas.*

A sétima questão do questionário apresenta uma lista de conceitos fundamentais da Física das ondas: frequência, amplitude, período, ondas mecânicas e ondas eletromagnéticas, a questão pede que os estudantes os definam com base em seus conhecimentos prévios. Esta questão tem como principal objetivo levantar e tornar explícitas as concepções iniciais dos

alunos sobre os principais parâmetros que caracterizam os fenômenos ondulatórios, os quais serão estudados em profundidade nos momentos posteriores da sequência didática.

Nestas, os alunos definem os termos com suas próprias palavras, a atividade permite mapear o nível de familiaridade dos estudantes com a linguagem conceitual da Física, identificando eventuais lacunas, equívocos ou confusões conceituais. Por exemplo, é comum que alunos confundam frequência com velocidade, ou não saibam distinguir entre ondas mecânicas e eletromagnéticas em termos de suas propriedades e meios de propagação.

Essa questão também cumpre a função de buscar subsídios para a sistematização teórica que virá no segundo momento da proposta pedagógica, pois ao trabalhar desde o início com os conceitos que serão centrais para a compreensão do funcionamento do rádio, favorece a construção de significados mais sólidos e contextualizados. Além disso, sua estrutura aberta oferece uma oportunidade para que os alunos se expressem de forma autônoma, contribuindo para um diagnóstico mais preciso das aprendizagens em processo.

As Figuras 21 mostram as respostas de alguns estudantes:

Estudante EE:

Frequência: Frequência, são frequência do som, rádio etc.

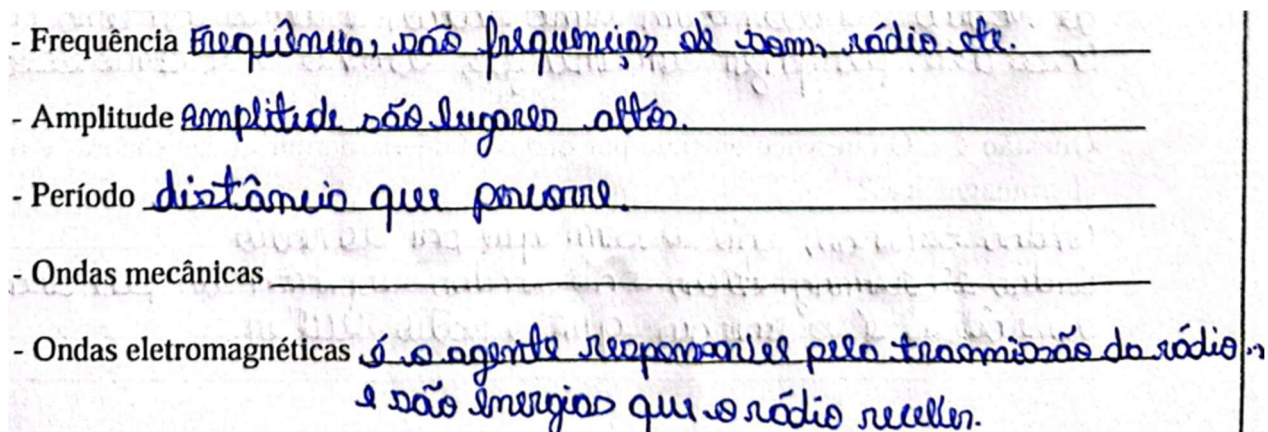
Amplitude: Amplitude são lugares altos.

Período: Distância que percorre.

Ondas mecânicas:

Ondas eletromagnéticas: É o agente responsável pela transmissão da rádio e são energias que o rádio recebe.

Figura 21: Respostas dos estudantes para o primeiro questionário: 7º Questão



Estudante FF:

Frequência: Número que ocorrência de um determinado intervalo.

Amplitude: Medida máxima da oscilação de um movimento.

Período: Tempo que um corpo leva para repetir um movimento.

Ondas mecânicas: Perturbação que se propagam em um meio material.

Ondas eletromagnéticas: oscilações em fase dos campos elétricos.

- Frequência numeros de oscilação de um determinado intervalo
- Amplitude medida máxima da oscilação de um movimento
- Período tempo que um corpo leva para repetir um movimento
- Ondas mecânicas perturbação que se propaga em um meio material
- Ondas eletromagnéticas oscilação em fase dos campos elétricos

Estudante GG:

Frequência: A frequência serve para saber se o sinal está bom ou ruim.

Amplitude: Algo amplo, lugar que tenha um bom sinal.

Período: O tempo que leva para o rádio de uma antena para a outra.

Ondas mecânicas: Ondas que são recebidas pelas antenas.

Ondas eletromagnéticas: Vem de campos elétricos.

- Frequência A frequência serve para saber se o sinal está bom ou ruim.
- Amplitude Algo amplo, lugar que tenha um bom sinal.
- Período O tempo que leva para o rádio de uma antena para a outra
- Ondas mecânicas Ondas que são recebidas pelas antenas.
- Ondas eletromagnéticas Vem de campos eletromagnéticos.

Estudante HH:

Frequência: Refere-se ao número de ciclos completos de uma onda que ocorrem em um segundo.

Amplitude: É a medida da altura máxima de uma onda em relação a sua posição de equilíbrio.

Período: É o tempo que leva para completar um ciclo completo de uma onda.

Ondas mecânicas: Essas ondas precisam de um meio material para se propagar, como sólidos, líquidos ou gases.

Ondas eletromagnéticas: Essas ondas não precisam de um meio material para se propagar elas podem viajar no vácuo.

- Frequência refere-se ao número de ciclos completos de uma onda que ocorrem em um segundo
- Amplitude é a medida da altura máxima de uma onda em relação à sua posição de equilíbrio
- Período é o tempo que leva para completar um ciclo completo de uma onda
- Ondas mecânicas essas ondas precisam de um meio material para se propagar, como sólidos líquidos ou gases
- Ondas eletromagnéticas essas ondas não precisam de um meio material para se propagar elas podem viajar no vácuo

Estudante II:

Frequência: É a frequência que quando aquilo matem repetidamente.

Amplitude: Pode ampliar a distância, aumenta ao longo prazo.

Período: É aquilo que vai acontecer em certo momento (período).

Ondas mecânicas: Aquelas que são produzidas pelos aparelhos.

Ondas eletromagnéticas: Ondas que geram transmissões a longa distância.

- Frequência É a frequência que quando aquilo matem repetidamente
- Amplitude Pode ampliar a distância, aumenta ao longo prazo.
- Período É aquilo que vai acontecer em certo momento (período).
- Ondas mecânicas Aquelas que são produzidas pelos aparelhos.
- Ondas eletromagnéticas ondas que geram transmissões a longa distância.

Fonte: Os autores (2025)

As respostas à sétima questão, em que solicita definição de cinco conceitos fundamentais da Física das ondas (frequência, amplitude, período, ondas mecânicas e ondas eletromagnéticas), revelam uma grande variação no nível de compreensão conceitual dos estudantes. A questão teve como principal função levantar concepções iniciais sobre os parâmetros que caracterizam os fenômenos ondulatórios, os quais são essenciais para a

compreensão do funcionamento das rádios e que serão aprofundados nos momentos seguintes da sequência didática.

A resposta do **Estudante HH** foi a mais completa e conceitualmente precisa. O aluno apresentou definições corretas de todos os termos, com uso adequado da linguagem científica. Demonstrou compreender que a frequência está relacionada ao número de ciclos por segundo, que a amplitude se refere à altura da onda, que o período corresponde ao tempo de um ciclo completo, além de saber diferenciar corretamente as ondas mecânicas (que exigem meio material) das eletromagnéticas (que se propagam no vácuo).

O **Estudante FF** também apresentou um bom nível de compreensão, embora com explicações mais concisas. Demonstrou entender a frequência como número de ocorrências em um intervalo, a amplitude como oscilação máxima, e o período como tempo de repetição de um movimento. As definições de ondas mecânicas e eletromagnéticas foram um pouco limitadas, mas ainda assim indicam familiaridade com os conceitos.

O **Estudante II** forneceu respostas que, embora com erros de formulação e linguagem imprecisa, revelam esforço em descrever os fenômenos com base em observações cotidianas. Há uma tentativa de associar frequência com repetição, período com passagem de tempo e ondas eletromagnéticas com transmissões a longa distância. Essa resposta, embora esteja conceitualmente inconsistente, oferece um ponto de partida útil para intervenções pedagógicas.

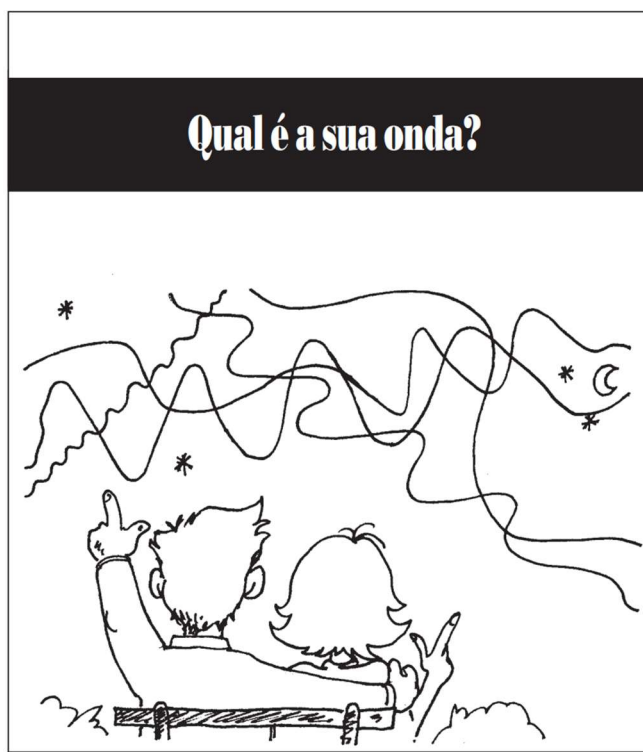
O **Estudante GG** apresentou definições que misturam interpretações práticas com ideias parcialmente corretas. A frequência foi relacionada à qualidade do sinal, a amplitude ao espaço ou alcance, e o período ao tempo de transmissão. Embora haja confusões conceituais, especialmente nas ondas mecânicas, nota-se uma tentativa de compreensão funcional dos termos dentro do contexto do rádio, o que pode ser aproveitado em discussões futuras.

O **Estudante EE** trouxe definições simples e, em alguns casos, equivocadas (como associar amplitude a “lugares altos” e período a “distância”), mas demonstrou reconhecer que ondas eletromagnéticas estão ligadas à transmissão de rádio. Essa resposta reflete uma concepção superficial dos conceitos, porém útil, indicando os pontos que precisarão ser trabalhados com mais ênfase.

As respostas à sétima questão revelam que apenas uma minoria dos estudantes domina os conceitos fundamentais relacionados às ondas.

8ª Questão: Observe a imagem abaixo:

Figura 22: Representação de ondas



Fonte: GREF (1998)

Qual a relação da imagem com o funcionamento das rádios?

A oitava questão do questionário, “*Qual a relação da imagem com o funcionamento das rádios?*”, foi elaborada com o propósito de reforçar visualmente o conceito de propagação das ondas envolvidas na transmissão de sinais de rádio, favorecendo a consolidação da problematização inicial proposta no Primeiro Momento da metodologia. Ao apresentar uma imagem com linhas onduladas que se estendem pelo espaço, a atividade estimula os estudantes a associarem essas formas à presença e à propagação das ondas eletromagnéticas, que são responsáveis pela transmissão das informações nas comunicações via rádio.

O objetivo central da questão é levar os alunos a reconhecerem que o funcionamento das rádios está baseado na emissão e recepção de sinais por meio de ondas que se propagam pelo espaço, mesmo sem serem visíveis. Ao interpretar a imagem com base nos conhecimentos prévios mobilizados nas questões anteriores e no vídeo introdutório, espera-se que os estudantes consigam estabelecer uma ligação conceitual entre o que veem e os princípios físicos envolvidos no processo de comunicação à distância.

Dessa forma, a questão atua como um recurso complementar na identificação de possíveis compreensões ou dúvidas quanto à natureza e ao comportamento das ondas eletromagnéticas, contribuindo com os objetivos diagnósticos e reflexivos do Primeiro Momento da sequência didática.

As figuras 23 mostram as respostas de alguns estudantes:

Estudante JJ: cada rádio tem sua onda, na imagem mostra várias ondas de rádios diferentes.

Figura 23: Respostas dos estudantes para o primeiro questionário: 8º Questão

*Cada rádio tem sua onda, na
imagem mostra várias ondas de
rádios diferentes.*

Estudante KK: No rádio de meu avô tem um botão para sintonizar a rádio, acredito que seja para o rádio saber qual a onda sintonizar.

*No rádio de meu avô tem um botão para sin-
tonizar o rádio, acredito que seja para o rá-
dio saber qual a onda sintonizar.*

Estudante LL: Acho que a imagens está mostrando as frequências diferentes de cada onda, que é responsável pelo funcionamento da rádio que chega no rádio.

*Acho que a imagem está mostrando as
frequências diferentes de cada onda, que
é responsável pelo funcionamento da rádio
que chega no rádio.*

Fonte: Os Autores (2025)

As respostas dos estudantes indicam que o objetivo da questão foi alcançado de maneira significativa. O **Estudante JJ** reconheceu a variedade de ondas representadas na imagem e as relacionou às diferentes estações de rádio, demonstrando que compreendeu que cada sinal transmitido possui uma frequência distinta. Já o **Estudante KK** fez uma associação prática e

cotidiana ao mencionar o botão de sintonia do rádio de seu avô, mostrando que entendeu que o funcionamento do rádio envolve a seleção de uma frequência específica para captação do sinal. Por fim, o **Estudante LL** destacou corretamente que a imagem representa diferentes frequências de ondas, relacionando essa variação com o funcionamento da transmissão que permite o sinal chegar ao receptor.

7.2 Segundo Momento: Organização do Conhecimento

Concluído o Primeiro Momento, dedicado à problematização inicial, teve início o Segundo Momento da metodologia, que visa à organização do conhecimento científico a partir dos questionamentos e ideias mobilizadas anteriormente. Essa etapa foi estruturada em três aulas, cada uma com objetivos específicos voltados à construção conceitual gradual e contextualizada dos fenômenos físicos envolvidos na comunicação por rádio.

Aula 3 – Conceitos físicos das ondas

A terceira aula teve como foco a introdução e o aprofundamento dos principais parâmetros físicos que caracterizam os fenômenos ondulatórios: amplitude, comprimento de onda, velocidade, frequência e período. A aula foi conduzida de forma dialogada, utilizando slides em PowerPoint e o quadro branco como recursos didáticos para apoiar visualmente a apresentação dos conceitos, figura 24. A interação com os estudantes permitiu retomar ideias previamente levantadas no questionário inicial, promovendo a transição entre o saber cotidiano e o saber científico.

Figura 24: Momento de aula 3



Fonte: Dados da pesquisa 2025

Na sequência, os estudantes participaram de uma atividade prática com o uso da simulação PhET, sempre contextualizando com as Ondas de Rádio. Foi demonstrado como os parâmetros das ondas podem ser modificados e quais os efeitos dessas alterações na forma de propagação. A simulação favoreceu a visualização dinâmica dos conceitos abstratos, auxiliando na consolidação do conhecimento por meio da experimentação virtual, o que reforça a aprendizagem significativa.

Aula 4 – Tipos e classificações das ondas

A quarta aula foi dedicada à diferenciação entre os tipos de ondas, com ênfase nas ondas mecânicas e ondas eletromagnéticas, assim como na classificação das ondas quanto à sua propagação: unidimensionais, bidimensionais e tridimensionais. O conteúdo foi trabalhado de forma expositiva e interativa, com uso de slides ilustrativos, facilitando a compreensão das propriedades e comportamentos distintos de cada tipo de onda.

Além disso, foram apresentados os diversos tipos de ondas eletromagnéticas, com destaque para suas aplicações no cotidiano: ondas de rádio, micro-ondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raios X e raios gama. Essa abordagem ampliou a percepção dos estudantes sobre a presença e importância das ondas eletromagnéticas em diversas tecnologias e contextos sociais. As figuras 25 e 26 mostram esse momento de aula.

Figura 26: Momento de aula 4



Fonte: Dados da pesquisa 2025

Figura 25: Momento de aula 5



Fonte: Dados da pesquisa 2025

Ao final da aula, foi aplicado um questionário de sondagem para avaliar a compreensão dos conteúdos trabalhados até então, nessa etapa contou com a participação de 24 estudantes.

O questionário avaliativo com 10 questões objetivas teve intuito de verificar o nível de compreensão dos estudantes sobre os principais conceitos abordados nas aulas sobre ondas,

especialmente aqueles relacionados às ondas eletromagnéticas, sua propagação, modulação, características físicas e importância sociocultural no funcionamento das rádios.

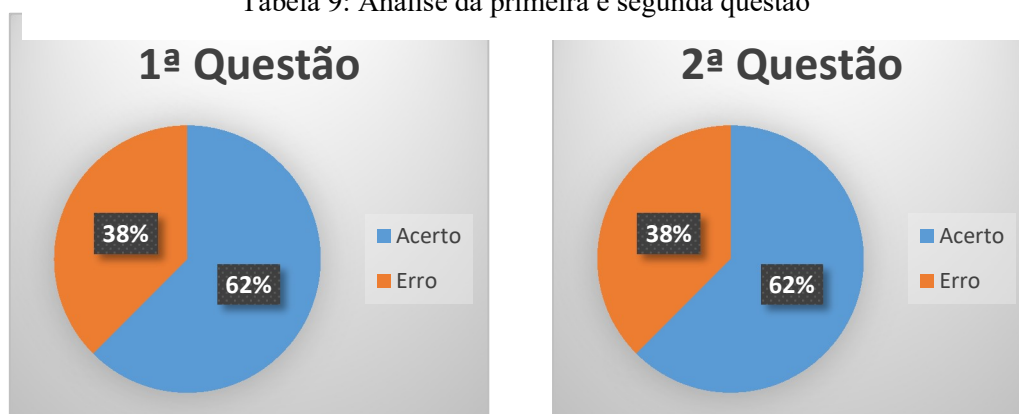
A análise dos resultados demonstra avanço no entendimento dos conteúdos trabalhados, com destaque para o bom desempenho nas questões que relacionam o conteúdo físico com aplicações sociais e tecnológicas. A seguir, apresenta-se uma análise com base nos dados obtidos:

Questões 1 e 2: Ambas com 15 acertos e 9 erros. Os resultados mostram que a maioria dos estudantes compreendeu os conceitos de frequência e a natureza das ondas de rádio como eletromagnéticas, embora ainda existam dúvidas pontuais sobre a relação entre frequência e comprimento de onda e a propagação no vácuo.

Perguntas: **Questão 1** – *Se a frequência de uma onda de rádio aumenta, o que acontece com o comprimento de onda?*

Questão 2 – *Qual das alternativas a seguir descreve corretamente as ondas de rádio?*

Tabela 9: Análise da primeira e segunda questão



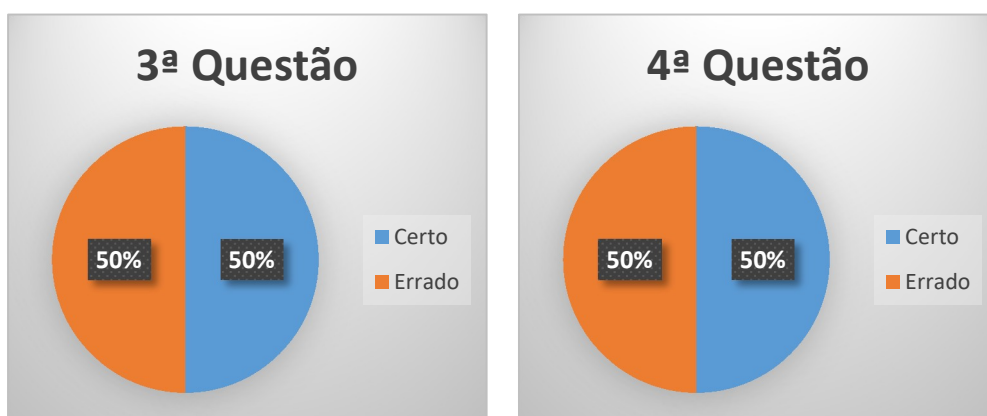
Fonte: Dados da pesquisa 2025

Questões 3 e 4: Empataram com 12 acertos e 12 erros, indicando dificuldade na interpretação de interferência entre ondas e na relação matemática entre frequência, comprimento de onda e velocidade, conteúdos que exigem maior abstração e atenção aos aspectos quantitativos.

Perguntas: **Questão 3** – *O que ocorre quando duas ondas de rádio se sobrepõem e interferem entre si?*

Questão 4 – *O que ocorre com o comprimento de onda se aumentarmos a frequência, mantendo a velocidade constante?*

Tabela 10: Análise da terceira e quarta questão



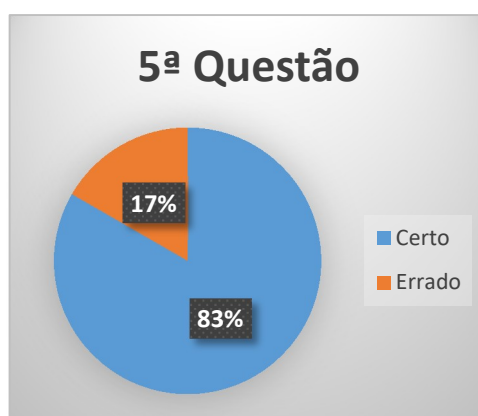
Fonte: Dados da pesquisa 2025

Questão 5: Apresentou o melhor desempenho até este ponto, com 20 acertos e apenas 4 erros, sugerindo que a maioria assimilou corretamente o motivo pelo qual as ondas de rádio são classificadas como eletromagnéticas.

Perguntas: **Questão 5** – Por que as ondas de rádio são classificadas como ondas eletromagnéticas?

Questão 6 – Por que a propagação das ondas AM é mais eficiente durante a noite?

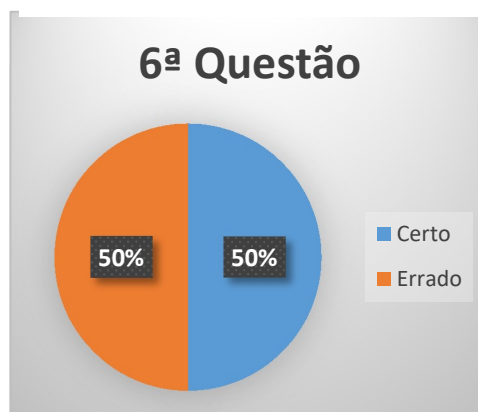
Tabela 11: Análise da quinta questão



Fonte: Dados da pesquisa 2025

Questão 6: Repetiu o índice médio de 12 acertos e 12 erros. A questão abordava a propagação mais eficiente das ondas AM à noite, e o equilíbrio entre respostas corretas e incorretas aponta para a necessidade de reforçar conteúdos relacionados às interações com a atmosfera, como o papel da ionosfera.

Tabela 12: Análise da sexta questão



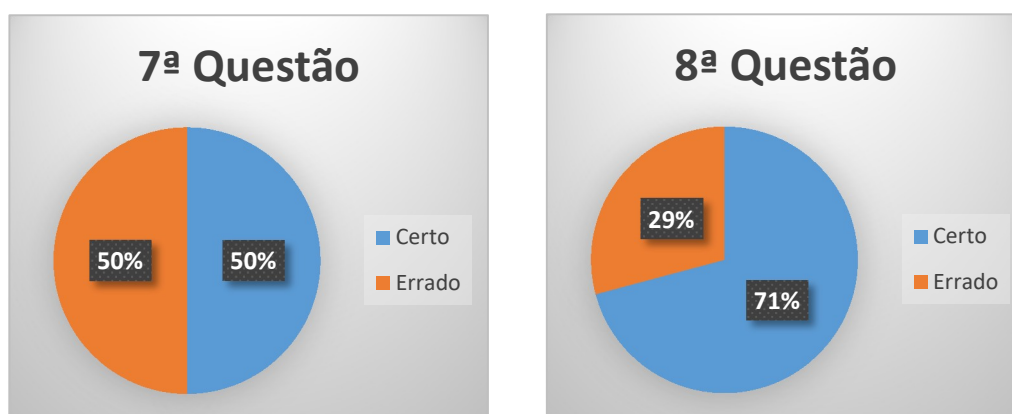
Fonte: Dados da pesquisa 2025

Questões 7 e 8: Obtiveram 17 acertos e 7 erros, indicando uma boa compreensão da relação entre velocidade, frequência e comprimento de onda e dos efeitos da interferência no sinal de rádio, o que mostra progressos conceituais relevantes após a organização do conhecimento.

Perguntas: **Questão 7** – *Qual é a relação entre a velocidade, frequência e comprimento de onda de uma onda eletromagnética?*

Questão 8 – *O que pode acontecer com o sinal de uma estação de rádio quando duas ondas se interferem?*

Tabela 13: Análise da sétima e oitava questão



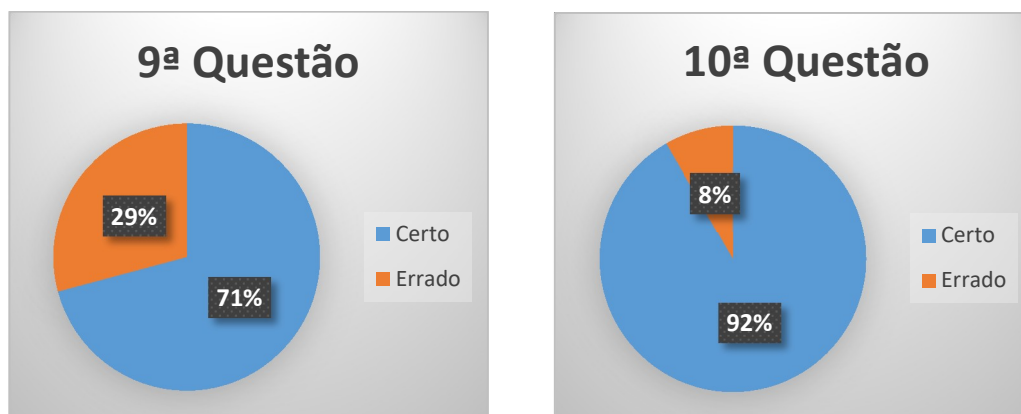
Fonte: Dados da pesquisa 2025

Questões 9 e 10: Com 22 e 17 acertos, respectivamente, destacam-se como as que apresentaram melhor desempenho, evidenciando que os estudantes conseguiram relacionar os conteúdos científicos com o papel social e cultural do rádio, alcançando os objetivos de contextualização histórica e tecnológica propostos na sequência.

Perguntas: **Questão 9** - Qual foi uma das principais contribuições sociais da rádio para a disseminação de informação?

Questão 10 - Como a rádio contribuiu para a integração social e cultural de diferentes regiões?

Tabela 14: Análise da nona e décima questão

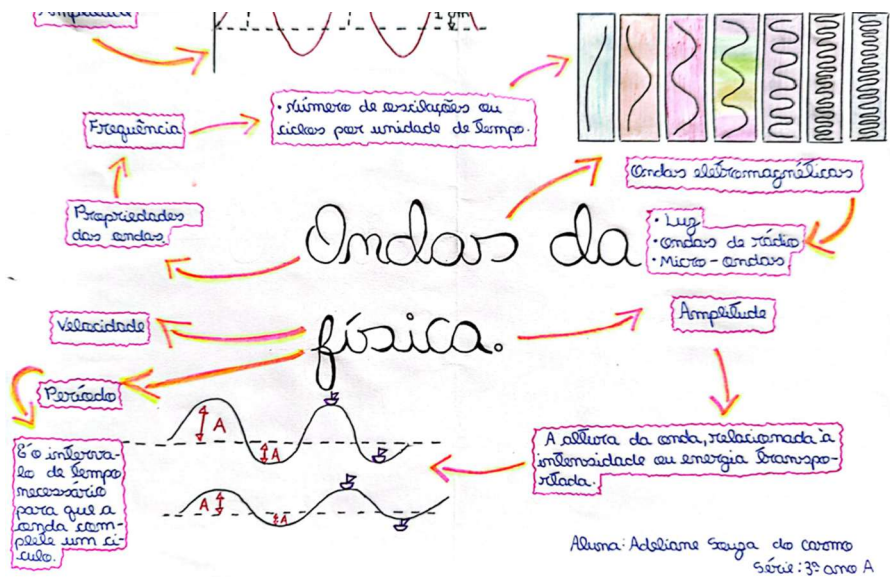


Fonte: Dados da pesquisa 2025

De forma geral, os resultados indicam que os estudantes demonstraram bom aproveitamento nas questões de contextualização e aplicação social da Física, enquanto ainda apresentam dificuldades em aspectos mais abstratos e quantitativos, como relações matemáticas entre grandezas físicas e fenômenos de interferência. Esses dados são fundamentais para orientar o planejamento de retomadas conceituais e aprofundamentos no Terceiro Momento da sequência didática.

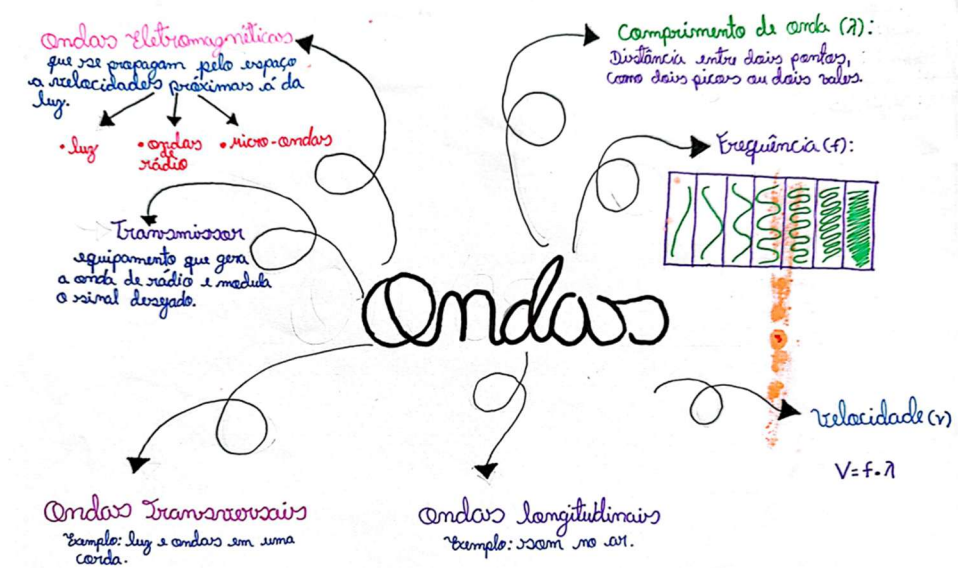
Em seguida, os estudantes foram orientados a elaborar um mapa mental, com o objetivo de organizar os conhecimentos adquiridos, favorecendo a articulação entre os conceitos e o desenvolvimento do raciocínio lógico.

Figura 27: Mapa mental 1



Fonte: Dados da pesquisa 2025

Figura 28: Mapa Mental 2



Fonte: Dados da pesquisa 2025

A partir da análise dos mapas mentais produzidos pelos estudantes, observa-se que a proposta foi compreendida e desenvolvida com coerência, mostrando que os estudantes entenderam os principais conceitos trabalhados. Os elementos essenciais como frequência, amplitude, período, velocidade, comprimento de onda, bem como a distinção entre ondas

eletromagnéticas e mecânicas foram representados com boa organização e articulação entre os termos.

Aula 5 – Formas de comunicação e modulação

Na quinta aula, foi aplicada a atividade proposta pelo GREF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física) intitulada “Diferentes Formas de Comunicação”. Essa atividade teve como objetivo explorar, de forma contextualizada, os mecanismos de transmissão de informação e os fundamentos físicos que possibilitam a comunicação à distância.

Durante a aula, discutiu-se com os estudantes os processos de modulação do sinal, explicando as diferenças entre modulação em amplitude (AM) e modulação em frequência (FM). A atividade propiciou a retomada dos conceitos trabalhados nas aulas anteriores, permitindo sua aplicação em uma situação didática concreta, e reforçou a compreensão sobre como o som pode ser transformado em sinal e transmitido via ondas eletromagnéticas.

Ao final da aula cinco, foi realizado um experimento demonstrativo mostrado na figura 29, com o objetivo de ilustrar o fenômeno das ondas estacionárias. A atividade permitiu aos estudantes visualizar, de forma concreta, como ocorrem os pontos de interferência construtiva e destrutiva entre duas ondas que se propagam em sentidos opostos.

Figura 29: Momento de aula 6



Fonte: Dados da pesquisa, os autores (2025)

Essa demonstração serviu para contextualizar o conceito de interferência entre ondas, aprofundando a compreensão dos efeitos gerados a partir da sobreposição de pulsos em meios materiais, além de reforçar a ligação entre os conteúdos abordados e fenômenos físicos observáveis.

Após esse momento foi proposta uma questão reflexiva, na qual os estudantes deveriam expressar sua opinião sobre o funcionamento e a importância das rádios como meio de

comunicação. A atividade teve como finalidade promover o exercício da argumentação e avaliar a capacidade de relacionar o conteúdo científico à dimensão social e histórica do rádio.

Figura 30: Resposta do estudante 1

Os rádios são um dos meios de comunicação mais antigos e ainda muito relevantes na sociedade moderna. O funcionamento dos rádios se baseia na transmissão de ondas sonoras através do ar, utilizando frequências específicas que permitem que os sinais sejam captados por receptores. Esse processo envolve a conversão de som em ondas eletromagnéticas, que são enviadas por torres de transmissão e captadas pelos rádios dos ouvintes.

A importância dos rádios vai muito além da simples transmissão de música ou notícias. Eles desempenham um papel fundamental em áreas como: Acesso a informação; cultura e identidade em um mundo mais digitalizado. Os rádios continuam a ser uma fonte confiável de informação e entretenimento, eles são um ponto entre as pessoas, um veículo para a expressão cultural e uma ferramenta vital para a educação e conscientização social. Apesar do seu funcionamento simples, mais eficaz, os rádios permanecem como um meio poderoso de comunicação que conecta comunidades inteiras.

Fonte: Dados da pesquisa 2025

Figura 31: Resposta do estudante 2

uma ~~te~~ aliada na democratização da informação e no fortalecimento dos laços comunitários. Sua importância permanece viva, pensando que, mesmo em uma era digital, o valor de um meio acessível e acolhedor ainda é inestimável.

As rádios exercem um papel fundamental na comunicação, especialmente por seu alcance e simplicidade de acesso. Diferente de outros meios, elas não exigem uma conexão com a internet ou aparelhos complexos, sendo necessárias até em áreas remotas ou em comunidades com infraestrutura limitada. Esse alcance democrático permite que permita que informações relevantes como, notícias, orientações de saúde, educação e serviços comunitários, cheguem a uma certa quantidade de pessoas.

Fonte: Dados da pesquisa 2025

A questão exigia que os alunos articulassem o funcionamento físico das rádios com sua importância social e histórica, permitindo avaliar a capacidade de argumentação e contextualização do conhecimento científico.

O Estudante 09 apresentou uma análise madura e crítica, destacando o papel das rádios na democratização da informação e no fortalecimento dos laços comunitários, com ênfase em seu alcance acessível e inclusivo. A resposta vai além do aspecto técnico e reconhece a relevância das rádios em contextos sociais diversos, especialmente em regiões com limitações tecnológicas.

Já o Estudante 10 combinou com clareza os conceitos físicos envolvidos no funcionamento do rádio, como a transmissão por ondas eletromagnéticas e recepção via frequência, com uma visão ampla de sua função social, destacando sua importância na educação, cultura, informação e integração social, mesmo em um mundo digitalizado.

As respostas demonstram que os estudantes compreenderam a base científica do funcionamento das rádios e conseguiram relacioná-la ao seu impacto social, o que evidencia que a atividade atingiu seus objetivos.

7.3 Terceiro Momento: Aplicação do Conhecimento

O terceiro momento da metodologia dos Três Momentos Pedagógicos foi voltado para a aplicação prática do conhecimento construído ao longo das etapas anteriores. Nesta fase, os estudantes tiveram a oportunidade de experimentar, montar e refletir sobre o funcionamento das ondas eletromagnéticas e sua relação com a transmissão de sinais de rádio, por meio da construção de um aparato experimental. Essa etapa foi dividida em três aulas consecutivas:

Aula 6 – Apresentação da proposta de construção de um aparato experimental para transmissão de sinal via rádio

A aula teve início com a apresentação do projeto da construção da rádio, uma proposta prática que visava à construção de um transmissor de sinal de rádio de curto alcance. O objetivo foi propor aos estudantes a aplicação dos conceitos de ondas eletromagnéticas, modulação e propagação, discutidos nos momentos anteriores, em uma atividade experimental concreta e significativa.

Foram apresentados os materiais e os princípios básicos de funcionamento do transmissor, destacando o papel de componentes como antena, microfone, fonte de alimentação e circuito transmissor. A proposta despertou a curiosidade dos alunos e reforçou a importância da Física na criação de tecnologias acessíveis e úteis no contexto escolar.

Aula 7 – Montagem do aparato experimental para a transmissão do sinal

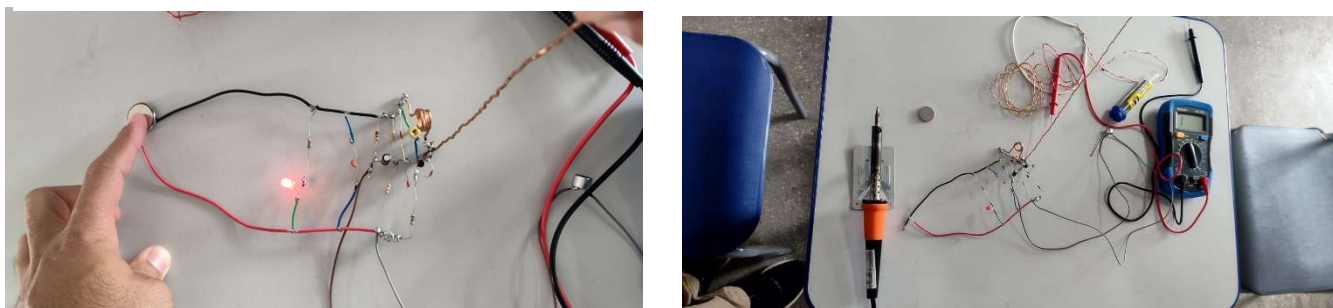
Nesta aula, os estudantes participaram da montagem prática do aparato experimental, com o acompanhamento do professor. Durante a atividade, os alunos manipularam os componentes do transmissor, testaram conexões e observaram a transmissão do sinal por meio de rádios receptores.

Figura 32: Momento de aula 7



Fonte: Dados da pesquisa 2025

Figura 33: Momento de aula 8



Fonte: Dados da pesquisa 2025

A experiência permitiu visualizar, de forma concreta, o caminho percorrido pela onda eletromagnética desde a emissão até a recepção, proporcionando uma compreensão mais aprofundada dos conceitos de frequência, interferência e alcance do sinal. Além da construção técnica, a atividade favoreceu o trabalho colaborativo, a autonomia e o engajamento, contribuindo para tornar o aprendizado mais significativo.

Aula 8 – Aplicação de questionário avaliativo sobre os conhecimentos adquiridos

A oitava aula foi destinada à avaliação final da sequência didática, com foco na verificação da aprendizagem e na reflexão crítica dos estudantes sobre os conteúdos abordados e sua aplicação prática. Para isso, foi aplicado um questionário discursivo com oito questões, elaborado para contemplar não apenas os aspectos conceituais, mas também as relações entre ciência, tecnologia e sociedade, promovendo uma abordagem integrada e significativa.

As primeiras questões buscaram avaliar o entendimento dos estudantes sobre os conceitos físicos fundamentais, como ondas, frequência, amplitude e modulação, além de explorar as dificuldades e facilidades encontradas ao longo do processo de aprendizagem. Outras perguntas estimularam os alunos a relacionar os conceitos estudados com situações do cotidiano, evidenciando a presença das ondas em contextos como telecomunicações, dispositivos móveis, aparelhos domésticos e meios de transporte.

O questionário também propôs reflexões sobre a experiência prática vivida pelos estudantes na construção do rádio transmissor, convidando-os a avaliar a importância do projeto para despertar curiosidades sobre Física e tecnologia. Além disso, incentivou a análise crítica da contribuição da ciência para o desenvolvimento tecnológico da sociedade, levando os alunos a identificar como os avanços científicos impactam diretamente sua vida cotidiana.

As questões finais abordaram a dimensão histórica e social do rádio, sua relevância como meio de comunicação e sua permanência como ferramenta informativa e cultural, mesmo diante das tecnologias digitais contemporâneas. Com isso, a avaliação permitiu não apenas mensurar o aprendizado conceitual, mas também identificar como os estudantes passaram a perceber a Física como uma ciência útil e presente em múltiplas esferas da realidade. As imagens abaixo mostram a resposta dos estudantes para as questões 2, 3 e 5 do questionário.

Figura 34: Respostas dos estudantes para o terceiro questionário: 2º, 3º e 5º Questão

Os conceitos de ondas estão no som, na luz, nas comunicações, nas ondas da água e em tecnologias como ultrassons e raios X. São essenciais no cotidiano e em diversas inovações.

Estudante 1: os conceitos de ondas estão no som, na luz, nas comunicações, nas ondas da água e em tecnologias como ultrassons e raios x. São essenciais no cotidiano e em diversas inovações.

Sim, o som quando falamos, ouvimos música ou qualquer outro tipo de ruído, estamos lidando com ondas sonoras, a luz que vemos é composta por ondas eletromagnéticas, rádio TV, ondas na água e etc.

Estudante 2: sim, o som quando falamos, ouvimos músicas ou qualquer outro tipo de ruído, estamos lidando com ondas sonoras, a luz que vemos é composta por ondas eletromagnéticas, rádios, TV, ondas na água e etc.

Sim, as ondas são essenciais no cotidiano, presentes em comunicações, energia, diagnósticos médicos e fenômenos naturais. Elas permitem interação, informação e avanços tecnológicos indispensáveis hoje.

um exemplo prático que é bastante utilizado é o Raio-X que utiliza ondas eletromagnéticas para diagnosticar lesões

Estudante 3: sim, as ondas são essências no cotidiano, presentes em comunicações, energia, diagnósticos médicos e fenômenos naturais. Elas permitem interação, informação e avanços tecnológicos indispensáveis hoje.

Estudante 4: um exemplo prático que é bastante utilizado é o raio-x que utiliza ondas eletromagnéticas para diagnosticar lesões.

Sim, por exemplo, para aquecer os alimentos as pessoas costumam utilizar o micro-ondas que é rápido, prático e muito utilizado e facilita nosso dia-dia

Estudante 5: sim, por exemplo, para aquecer os alimentos as pessoas costumam utilizar o micro-ondas que é rápido, prático e muito utilizado e facilita nosso dia-dia.

Construir um rádio mostra como avanços científicos impulsionam tecnologias úteis, como comunicações e transmissão de dados. Essa relação está presente em celulares, televisores, GPS e dispositivos de Internet.

Estudante 6: construir uma rádio mostra como avanços científicos impulsionaram tecnologias úteis, como comunicações e transmissão de dados. Essa relação está presente em celulares, televisões, GPs e dispositivos de internet.

Ao construir o rádio destacou como descobertas científicas, como as ondas eletromagnéticas, impulsionam o desenvolvimento tecnológico. Está presente em televisores e satélites.

Fonte: Os Autores (2025)

Estudante 7: ao construir a rádio destacou como descobertas científicas, como as ondas eletromagnéticas, impulsionaram o desenvolvimento tecnológico. Está presente em televisores e satélites.

A avaliação final aplicada na Aula 8 contou com questões discursivas que permitiram identificar a capacidade dos estudantes de relacionar os conceitos de ondas ao cotidiano. Dentre elas, as questões 2, 3 e 5 se destacaram pela qualidade das respostas e pela clareza na aplicação do conhecimento adquirido ao longo da sequência didática.

Questão 2 – Depois das aulas, você conseguiu perceber como os conceitos de ondas estão presentes no nosso dia a dia? Dê um exemplo.

Os estudantes demonstraram compreender que as ondas fazem parte de diversas situações cotidianas. Foram mencionados exemplos como o som, a luz, as comunicações, ondas na água, ultrassons e raios X. As respostas evidenciam que os alunos reconhecem a amplitude de aplicações das ondas no cotidiano e a importância desses fenômenos para a vida moderna.

Questão 3 – Após o trabalho, como você entende a importância das ondas no cotidiano? Cite exemplos práticos em que as ondas estão presentes e explique sua relevância no contexto atual.

As respostas indicam que os estudantes associaram as ondas a funções essenciais na sociedade, como a comunicação, o diagnóstico por imagem e o uso de eletrodomésticos. Foram citados exemplos como o raio-X e o forno micro-ondas, mostrando que os alunos compreendem a utilidade prática e tecnológica das ondas eletromagnéticas.

Questão 5 – Ao construir o rádio, como você percebeu a relação entre os avanços científicos e tecnológicos? Em que outros dispositivos do cotidiano você acredita que essa relação esteja presente?

Nesta questão, os alunos destacaram que a atividade prática ajudou a entender como as descobertas científicas possibilitam o desenvolvimento de novas tecnologias. Foram citados

dispositivos como celulares, televisores, GPS e internet. As respostas demonstram que os estudantes conseguiram perceber a ligação entre ciência e inovação tecnológica.

As respostas a essas três questões mostram que os estudantes conseguiram aplicar os conceitos estudados de forma contextualizada, reconhecendo a presença das ondas no cotidiano e a importância da ciência na criação de tecnologias.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho tem por objetivo aproximar o ensino das ondas eletromagnéticas da realidade dos estudantes, tornando esse tema mais acessível, prático e significativo. Para isso, foi elaborada uma sequência didática estruturada na metodologia dos Três Momentos Pedagógicos, tendo como foco central o estudo do rádio e sua importância histórica, social e tecnológica na comunicação.

Ao longo das atividades, buscou-se explorar as características das ondas de rádio, especialmente das modulações AM e FM, além de aplicar de forma prática a metodologia dos Três Momentos Pedagógicos, integrando teoria, experimentação e reflexão social. O trabalho teve como propósito ensinar conceitos físicos e despertar o interesse dos estudantes pela Física, demonstrando a presença constante das ondas eletromagnéticas no cotidiano, que revela o rádio como um meio acessível e ainda relevante, tanto historicamente quanto na atualidade.

Os resultados obtidos mostram que os objetivos propostos foram atingidos. Os estudantes demonstraram interesse durante as atividades, participaram das discussões, envolveram-se na construção do protótipo e conseguiram estabelecer relações entre os conteúdos estudados e situações do dia a dia. Os registros das atividades, os questionários e os mapas conceituais mostraram que a maioria dos alunos conseguiu compreender, de forma clara, a natureza das ondas eletromagnéticas, o funcionamento das rádios e o impacto social dessas tecnologias.

O trabalho mostrou que o rádio, mais do que um simples aparato tecnológico, pode ser um instrumento pedagógico alternativo para conectar ciência e sociedade. Ao retomar sua trajetória histórica, foi possível abordar não apenas os aspectos técnicos, mas também sua função social como meio de democratização da informação e construção de identidade cultural. A construção do protótipo de rádio, apesar de seus desafios, foi um momento importante, pois os alunos se sentiram motivados a ver na prática o que haviam estudado teoricamente, o que contribuiu diretamente para consolidar o aprendizado.

Esta pesquisa reforça a importância de propostas pedagógicas que integrem aspectos conceituais, históricos e experimentais, e que tenham como base metodologias ativas e críticas, como os Três Momentos Pedagógicos. Os resultados indicam que, quando o ensino de Física é contextualizado e ligado às experiências concretas dos estudantes, a aprendizagem torna-se mais acessível, além de se tornar significativa para o estudante. Assim, este trabalho não apenas atingiu seus objetivos, mas também abre caminhos para novas pesquisas que articulem ciência,

tecnologia e sociedade, ampliando as possibilidades do ensino de Física para além do quadro e do livro.

9. REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M. C. et al. Algumas aplicações de Física do Ensino Médio a partir do cálculo diferencial e integral. *Observatório de Educação*, v. 7, n. 1, p. 123–139, 2020.
- BARDIN, Laurence. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: Ministério da Educação, 2018.
- BRASIL CULTURA. A participação do rádio no cotidiano da sociedade brasileira. Disponível em: <https://www.brasilcultura.com.br/a-participacao-do-radio-no-cotidiano-da-sociedade-brasileira/>. Acesso em: 15 jun. 2025.
- DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André. *Física*. São Paulo: Cortez, 1990a.
- DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André. *Física*. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1992.
- DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria. Conhecimento e sala de aula. In: DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria. *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2007. p. 177–202.
- DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Miriam Garcia. *Metodologia do ensino de ciências*. São Paulo: Cortez, 1990.
- FERREIRA, L. C.; MOURA, A. S. Repensando o ensino da Física no Ensino Médio: um olhar sobre o papel dos cálculos. *Revista Educação Matemática em Foco*, v. 5, n. 2, p. 87–102, 2019.
- FREIRE, Gustavo Henrique. Ciência da informação: temática, histórias e fundamentos. *Perspectivas em Ciência da Informação*, v. 11, n. 1, abr. 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-99362006000100002>.
- FREIRE, Paulo. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. *Fundamentos de física*. v. 3. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.
- HAYKIN, Simon; MOHER, Michael. *Sistemas de comunicação*. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011. Tradução de Tales Argolo Jesus.
- LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. *Fundamentos de metodologia científica*. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazo Afonso de. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. 7. ed. São Paulo: EPU, 1986.

MACÊDO, Josué Antunes de; DICKMAN, Adriana Gomes; ANDRADE, Isabela Silva Faleiro de. Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de Eletricidade. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, p. 562–613, ago. 2012.

MACÊDO, Jorge Luiz de; DICKMANN, Ivan; ANDRADE, Diego Rocha. A utilização de materiais alternativos na prática experimental: reflexões acerca do uso de circuitos elétricos com sucata. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 34, n. 2, p. 573–579, 2012.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. *Análise textual discursiva*. Ijuí: Ed. Unijuí, 2011.

MOREIRA, Marco Antônio. *A aprendizagem significativa na prática*. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2011.

MOREIRA, Marco Antônio. *Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares*. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

MUENCHEN, Cristiane; DELIZOICOV, Demétrio. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro “Física”. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 20, n. 3, p. 617–638, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/y3QT786pHBdGzxcRtHTb9c/>. Acesso em: 10 jun. 2025.

OSTERMANN, Fernanda; REZENDE, Fátima. Física moderna e contemporânea no ensino médio: fundamentos e proposições curriculares. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 22, n. 1, p. 44–63, abr. 2005.

REZENDE, Daniela Vilarinho. Relação entre Tecnologias da Informação e Comunicação e criatividade: revisão da literatura. *Psicologia: Ciência e Profissão*, v. 36, n. 4, p. 877–892, out./dez. 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pcp/a/PHDrcMcfXpxnzWCXXmS5CXP>. Acesso em: 5 jul. 2025.


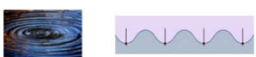
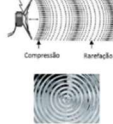



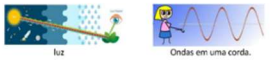
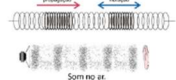
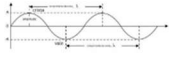
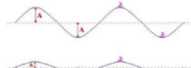
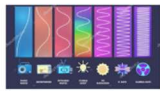
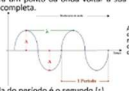



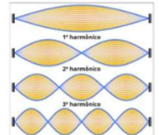

SANTOS, Wilmar M.; MORTIMER, Eduardo F.; OSTERMANN, Fernanda. A contextualização no ensino de ciências: argumentos a favor de uma abordagem crítica. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 8, n. 2, p. 301–315, 2002.

SILVA, A. B.; SILVA, J. R. A importância da Matemática no ensino de Física. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 11, n. 3, p. 45–60, 2018.

SILVA, Marcio Gomes da. *Uma proposta de ensino de eletrodinâmica no Ensino Médio na metodologia dos Três Momentos Pedagógicos com o uso de vídeos e simuladores computacionais*. 2022. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, 2022. Disponível em: https://repositorio.ifes.edu.br/bitstream/handle/123456789/2117/DISSERTA%C3%87%C3%83O_proposta_ensino_eletrodin%C3%A2mica_ensino_m%C3%A9dio_metodologia_momentos.pdf. Acesso em: 10 jun. 2025.


THIOLLENT, Michel. *Metodologia da pesquisa-ação*. 12. ed. São Paulo: Cortez, 1986.

Apêndice B – Aulas expositivas em slides

<p>Afinal o que é necessário para que uma rádio funcione?</p>	<p>Funcionamento da rádio</p> <p>O funcionamento de uma rádio se baseia em princípios fundamentais de transmissão e recepção de ondas eletromagnéticas. Esses princípios envolvem a geração de ondas de rádio, sua modulação, transmissão pelo ar, e a recepção por dispositivos apropriados, como rádios convencionais.</p> 	<p>Ondas</p> <p>Na física, uma onda é uma perturbação que se propaga por um meio (como ar, água ou cordas) ou no vácuo, transportando energia sem o transporte de matéria.</p> 	<p>Tipos de ondas</p> <ul style="list-style-type: none"> Ondas Mecânicas Essas ondas necessitam de um meio material para se propagar, como o som que se move pelo ar ou as ondas do mar. Exemplos incluem: Ondas sonoras (ondas de compressão ou longitudinais) Ondas em superfícies de água (ondas transversais) 
<p>Ondas Eletromagnéticas</p> <p>As rádios transmitem informações por meio de ondas eletromagnéticas, que se propagam pelo espaço a velocidades próximas à da luz.</p> 	<p>Transmissor</p> <ul style="list-style-type: none"> O transmissor é o equipamento que gera a onda de rádio e modula o sinal desejado (voz ou música) nessa onda. Ele amplifica o sinal modulado para que possa ser transmitido por longas distâncias, utilizando uma antena. As antenas emitem o sinal modulado na forma de ondas eletromagnéticas para o ambiente, onde podem ser captadas pelos receptores. 	<p>Ondas Eletromagnéticas</p> <p>Essas ondas podem se propagar no vácuo, pois não dependem de um meio material. São oscilações de campos elétricos e magnéticos. Exemplos incluem:</p> <ul style="list-style-type: none"> Luz Ondas de rádio Micro-ondas 	<p>Ondas Transversais e Longitudinais</p> <ul style="list-style-type: none"> Ondas transversais: A oscilação do meio ocorre perpendicularmente à direção de propagação da onda. Exemplo: luz e ondas em uma corda. 
<p>Ondas Transversais e Longitudinais</p> <ul style="list-style-type: none"> Ondas longitudinais: A oscilação ocorre na mesma direção da propagação da onda. Exemplo: som no ar. 	<p>Propriedades das Ondas</p> <p>Comprimento de onda (λ): Distância entre dois pontos consecutivos em fase, como dois picos ou dois vales.</p> 	<p>Relação entre período e frequência</p> <p>A relação entre o período e a frequência é dada pela seguinte fórmula:</p> $f = \frac{1}{T}$ <p>Ou seja, a frequência é o inverso do período. Da mesma forma, o período pode ser obtido como:</p> $T = \frac{1}{f}$ <p>Exemplo: Se uma onda tem uma frequência de 5 Hz, o período dessa onda será:</p> $T = \frac{1}{5} = 0,2 \text{ segundos}$ <p>Isso significa que a onda completa um ciclo a cada 0,2 segundos.</p>	<p>Propriedades das Ondas</p> <ul style="list-style-type: none"> Amplitude: A altura da onda, relacionada à intensidade ou energia transportada. 
<p>Propriedades das Ondas</p> <ul style="list-style-type: none"> Frequência (f): Número de oscilações ou ciclos por unidade de tempo.  <p>A unidade de medida da frequência é o hertz (Hz).</p>	<p>Propriedades das Ondas</p> <p>Período (T): É o intervalo de tempo necessário para que a onda complete um ciclo completo de oscilação. Em outras palavras, é o tempo que leva para um ponto da onda voltar à sua posição original após uma oscilação completa.</p>  <p>A unidade de medida do período é o segundo [s].</p>	<p>Exemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> Qual a amplitude e o comprimento de onda da figura abaixo: 	<p>Propriedades das Ondas</p> <ul style="list-style-type: none"> Velocidade (v): A velocidade com que a onda se propaga, calculada como o produto da frequência pelo comprimento de onda: $v = f \cdot \lambda$
<p>Exemplo</p> <p>Determine a velocidade de propagação de uma onda, sabendo que o seu comprimento de onda é de 4 metros e a sua frequência é de 300 Hz.</p>	<p>Pulso de onda</p> 	<p>Interferência destrutiva</p> <p>Interferência destrutiva ocorre quando duas ondas, que se sobrepõem, estão fora de fase, ou seja, as cristas de uma coincidem com os vales da outra. O resultado dessa superposição é a diminuição ou até o cancelamento total da amplitude da onda resultante.</p> 	<p>Ondas estacionárias</p> 
<p>Interferência de ondas</p> <p>A interferência de ondas é o fenômeno que ocorre quando duas ou mais ondas se sobrepõem, resultando em uma nova onda. A natureza da interferência depende da fase das ondas envolvidas, podendo ser construtiva ou destrutiva.</p>	<p>Tipos de Interferência</p> <p>Interferência Construtiva:</p> <ul style="list-style-type: none"> Ocorre quando as cristas de duas ondas coincidem (estão em fase), somando suas amplitudes. O resultado é uma onda com amplitude maior que as ondas originais. 	<p>Pergunta????</p> <ul style="list-style-type: none"> Quais problemas uma rádio pirata podem causar na transmissão do sinal não legalizado? <p>Interferência no Sinal Legalizado:</p> <p>Subversão de frequência: Rádio piratas podem operar em frequências próximas às utilizadas por serviços essenciais, causando interferência e comprometimento da comunicação em determinadas áreas.</p> <p>Interferência em outros serviços: Alarms de rádios comerciais, rádios piratas podem interferir em sinais de serviços essenciais como:</p> <ul style="list-style-type: none"> Comunicação de emergência (bombeiros, polícia, ambulâncias). Sistemas de aviação (torres de controle e antenas). Comunicações militares. 	

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Apêndice C - Questionário Após O Segundo Momento


COLÉGIO ESTADUAL DO CAMPO DE TEMPO INTEGRAL DE CASCAVEL
 Educador(a): Jean Barbosa Componente Curricular: Física GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ
 Data: ____/____/____ Série/ano: ____ Turno: ____
 Estudante: _____

Questionário II
(Avaliação após o 2º momento)

Questão 1 – Se a frequência de uma onda de rádio aumenta, o que acontece com o comprimento de onda?

- Aumenta proporcionalmente.
- Diminui proporcionalmente.
- Permanece constante.
- Depende da modulação usada.
- Aumenta em dois dobrados.

Questão 2 – Qual das alternativas a seguir descreve corretamente as ondas de rádio?

- Ondas mecânicas que precisam de um meio para se propagar.
- Ondas mecânicas que se propagam no vácuo.
- Ondas eletromagnéticas que não se propagam no vácuo.
- Ondas eletromagnéticas que podem se propagar no vácuo.
- Ondas gravitacionais que se propagam na atmosfera.

Questão 3 – O que ocorre quando duas ondas de rádio se sobrepõem e interferem entre si?

- As ondas se anulam completamente.
- A frequência das ondas é alterada.
- O sinal pode apresentar ruídos ou falhas.
- A amplitude é sempre aumentada.
- O comprimento de onda é reduzido.

Questão 4 – O que ocorre com o comprimento de onda se aumentarmos a frequência, mantendo a velocidade constante?

- O comprimento de onda aumenta.
- O comprimento de onda diminui.
- O comprimento de onda permanece constante.
- O período também diminui proporcionalmente.
- A amplitude de onda aumenta.

Questão 5 – Por que as ondas de rádio são classificadas como ondas eletromagnéticas?

- Porque necessitam de um meio material para se propagar.
- Porque têm alta amplitude e não sofrem interferência.
- Porque são formadas por campos elétricos e magnéticos que se propagam no espaço.
- Porque se propagam apenas na atmosfera.
- Porque possuem frequências muito altas.

Questão 6 – Por que a propagação das ondas AM é mais eficiente durante a noite?

- A rotação da Terra aumenta a amplitude das ondas.
- O campo magnético terrestre aumenta à noite.
- A ionosfera reflete melhor as ondas AM à noite.
- A velocidade das ondas AM é maior durante a noite.

e) As frequências AM são convertidas em FM automaticamente.

Questão 7 – Qual é a relação entre a velocidade, frequência e comprimento de onda de uma onda eletromagnética?

- $v = \lambda \cdot f$
- $v = \lambda / f$
- $v = \lambda \cdot f$
- $v = f / \lambda$
- $v = \lambda \cdot f^2$

Questão 8 – O que pode acontecer com o sinal de uma estação de rádio quando duas ondas se interferem?

- A frequência da estação é aumentada automaticamente.
- O sinal é convertido em ondas mecânicas.
- O sinal pode apresentar ruídos ou ser interrompido.
- A velocidade da onda diminui e melhora a recepção.
- A onda interfere apenas se a polarização for diferente.

Questão 9 – Qual foi uma das principais contribuições sociais da rádio para a disseminação de informação?

- Permitir que apenas jornais controlassem a transmissão de notícias.
- Fornecer acesso rápido e gratuito a informações em tempo real para diferentes públicos.
- Eliminar completamente a necessidade de livros e jornais.
- Impedir a propagação de novas expressões culturais e musicais.
- Substituir o teatro como forma de entretenimento.

Questão 10 – Como a rádio contribuiu para a integração social e cultural de diferentes regiões?

- Limitando o acesso de regiões rurais às transmissões.
- Permitindo que apenas programas de política fossem transmitidos.
- Difundindo música, tradições e eventos esportivos para áreas urbanas e rurais.
- Forçando a padronização cultural e eliminando expressões regionais.
- Substituindo a comunicação verbal por textos gravados.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Apêndice D – Atividade do GREF

COLEGIO ESTADUAL DO CAMPO DE TEMPO INTEGRAL DE CASCAVEL
 Educador(a): Jean Barbosa
 Componente Curricular: Física
 Data: ____/____/____ Série/ano: ____ Turno: ____
 Estudante: _____

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ
 SECRETARIA DE EDUCAÇÃO

A rádio na comunicação

30
Diferentes formas de comunicação

Vamos descobrir as mistérios que envolvem as diferentes formas de comunicação. Ordene as cenas de acordo com a linha do tempo.

No início deste curso foi feita uma classificação dos aparelhos e componentes que integram o que se pode chamar de "mundo da eletricidade". Isso permitiu a formação de vários grupos, que se constituíram em temas de estudo. Um deles foi o chamado elementos de comunicação e informação. A partir deste momento, faremos um estudo detalhado de alguns desses elementos.

32
Rádio
ouvintes

O que acontece quando sintonizamos uma estação de rádio você vai saber nesta aula. Se ligue!

Segunda etapa: recuperação da informação

Quando o aparelho receptor ligado a uma vez feita a sintonia com a estação desejada, a onda eletromagnética portadora da informação codificada reproduz no circuito do aparelho receptor a corrente elétrica correspondente.

Posteriormente, essa corrente elétrica acionará um alto-falante, se ela corresponder a um som, ou a um carãão eletrônico se tal corrente corresponder a uma imagem.

O mecanismo que envolve a transmissão de uma informação de algo que ocorre distante ou próximo de nós parece algo extraordinário ou mágico. É mesmo! E a Física pode nos ajudar a compreender um pouco mais esse mecanismo.

Ondas sonoras

Qualquer aparelho de rádio apresenta um botão para sintonia da estação e outro para volume, visor para identificação da estação, alto-falante e antena (mesmo o "radinho de pilha" tem uma antena que se localiza na parte interna do aparelho), além de uma ligação com a fonte de energia elétrica (pilha e/ou tomada).

A função dessa fonte de energia é fazer funcionar o circuito elétrico interno do aparelho. As mensagens são recebidas pela antena, que pode ser interna ou externa. Posteriormente, o som, ainda transformado em corrente elétrica, é enviado até o circuito do alto-falante.

O papel de alumínio age como um espelho em relação à luz e também às ondas de rádio, por isso o rádio deixa de receber as informações quando emborachado. Mesmo desligado, a antena está recebendo as informações transmitidas pelas estações, entretanto, elas não são transformadas e recuperadas como som, pois os circuitos elétricos encontram-se desligados.

O sistema pelo qual transmitimos o som do rádio envolve várias etapas. Do microfone da estação até o alto-falante do aparelho receptor, o som passa por várias fases e sofre diversas transformações:

- produção de som pela voz humana, música etc.;
- as ondas sonoras, que são variações da pressão do ar que atingem o microfone;
- no microfone o som é convertido em corrente elétrica alternada de baixa frequência;
- essa corrente elétrica de baixa frequência é "misturada" com uma corrente de alta frequência, produzida na estação, que serve para identificá-las no visor do aparelho. Além disso, essa corrente elétrica de alta frequência serve como se fosse o "veículo" através do qual o som será transportado pelo espaço até os aparelhos de rádio;
- esta "nova" corrente elétrica se estabelece na antena da estação transmissora e através do espaço a informação se propaga em todas as direções;
- a antena do aparelho de rádio colocada nesse espaço captará essa informação; se o aparelho estiver ligado e sintonizado na frequência da corrente produzida pela estação, o som poderá ser ouvido ao ser reproduzido no alto-falante. Tanto para enviar o som até os aparelhos como para sintonizar a estação é necessário um circuito chamado de circuito oscilante, constituído de uma bobina e de um capacitor.

A bobina é um fio condutor enrolado em forma de espiral, e o capacitor é constituído de duas placas condutoras, separadas por um material isolante e representado no circuito pelo símbolo $\text{---}||\text{---}$. Os dois traços verticais representam as placas separadas pelo isolante.

A CORRENTE ALTERNADA NO CIRCUITO OSCILANTE

Para carregar as placas do capacitor, basta ligá-lo aos terminais de uma bateria. Isso provocará um movimento de cargas tal que as placas ficarão eletrizadas positivamente e negativamente. Nessa situação dizemos que o capacitor está completamente carregado.

Ligando-se o capacitor carregado a uma bobina (fig. 4), surge uma corrente elétrica variável no circuito. Essa corrente, cria um campo magnético ao redor do fio, que é também variável (fig. 5).

De acordo com a lei de Faraday, a variação desse campo fará induzir no circuito, e sobretudo na bobina, um campo elétrico. Esse campo agirá de forma a tornar mais lento o processo de descarga do capacitor, conforme prevê a lei de Lenz (fig. 6).

Posteriormente, ele servirá para recarregar as placas do capacitor (fig. 4).

Desse processo de carga e descarga do capacitor resulta uma corrente elétrica do tipo alternada. A frequência dessa corrente dependerá da "capacidade" do capacitor de acumular carga e também da "capacidade" de indução da bobina. Alterando-se tais "capacidades", podemos obter correntes alternadas de qualquer frequência.

Rádio, TV, telefone, gravador, toca-discos, vídeo... são exemplos de aparelhos que utilizamos para estabelecer a comunicação. O telefone, por exemplo, permite a comunicação entre duas pessoas, já com o rádio e a TV, a comunicação se dá entre muitas pessoas.

Com o telefone, as pessoas se comunicam diretamente, enquanto com rádio e TV a comunicação pode ser feita "ao vivo" ou através de mensagem gravada. Este último tipo também inclui o vídeo, as fitas cassete e também os CD's.

Um aspecto interessante dos diferentes modos de comunicação é que algumas vezes se faz uso de fios, enquanto outras envolvem o espaço.

Nos telefones comuns, por exemplo, a comunicação entre os aparelhos é feita através de fios que formam grandes circuitos elétricos independentes da rede de distribuição elétrica.

Tais circuitos elétricos também utilizam o poste como apoio, mas não estão ligados aos circuitos residenciais e, por esse motivo, quando ocorre interrupção no fornecimento de energia, os telefones continuam funcionando.

Os telefones celulares, por sua vez, têm sua própria fonte de energia elétrica: uma bateria, que fica junto ao aparelho. Além disso, tanto o som emitido como o recebido utiliza uma antena, através da qual é feita a comunicação.

A partir da antena do aparelho telefônico, a mensagem é enviada a outras antenas que recebem e enviam a mensagem até que esta seja captada pela antena do outro aparelho.

Os aparelhos de rádio portáteis também podem ter a possibilidade de usar fontes de energia próprias: as pilhas. Tais fontes fornecem energia para o funcionamento dos componentes internos dos aparelhos. Outras vezes a fonte de energia é a usina, e aí o aparelho está conectado à tomada. Independente do tipo de fonte utilizado, é por meio da antena que as mensagens são recebidas.

[illegible]

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Apêndice E - Questionário após o terceiro momento

Questão 6. Olhando para o trabalho como um todo, o que você considera o maior aprendizado? Como isso mudou sua percepção sobre a aplicação da física no mundo real?

Questão 7. A invenção do rádio revolucionou a comunicação ao permitir que informações fossem transmitidas a grandes distâncias em tempo real, impactando áreas como cultura, educação, política e energéticas. Na sua opinião, quais foram os maiores benefícios que o rádio trouxe para a sociedade desde sua criação? Além disso, como você avalia a relevância do rádio no mundo atual, especialmente em comparação com outras tecnologias modernas de comunicação?

Questão 8. Os avanços científicos, especialmente os da física, foram fundamentais para o desenvolvimento das tecnologias que utilizamos diariamente, como celulares, televisores, internet e até sistemas de transporte. Pensando nisso, como você avalia o papel da física no progresso tecnológico da humanidade? Cite exemplos de tecnologias que fazem parte do seu dia a dia e explique como a ciência contribuiu para torná-las possíveis.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO 62

PRODUTO EDUCACIONAL

**RADIOFREQUÊNCIA: DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE UMA
SEQUÊNCIA DE ENSINO FUNDAMENTADA NA EXPERIMENTAÇÃO**

JEAN BARBOSA PESSOA

Produto Educacional submetido ao Programa de Pós-Graduação (PPG) da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Orientadora: Profa. Dra. Sandra Cristina Ramos

Coorientador: Prof. Dr. Jorge Anderson Paiva Ramos

APRESENTAÇÃO

Prezado (a) Professor(a),

Apresento-lhe este Produto Educacional, desenvolvido no âmbito do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), com o objetivo de contribuir para o conceito de ondas eletromagnéticas no Ensino Médio, por meio da contextualização com o rádio e suas tecnologias associadas. A proposta foi elaborada a partir da necessidade de tornar esse conteúdo mais significativo, articulando conceitos físicos fundamentais, experimentação e aspectos históricos e sociais da comunicação via rádio.

O desenvolvimento do trabalho seguiu a metodologia dos Três Momentos Pedagógicos. Inicialmente, realizou-se a problematização do tema a partir do cotidiano dos estudantes, explorando o rádio como meio de comunicação acessível e presente em sua realidade. Em seguida, procedeu-se à organização do conhecimento, momento em que os conceitos físicos relacionados às ondas eletromagnéticas, modulação AM e FM, frequência, amplitude e princípios do eletromagnetismo foram sistematizados por meio de aulas dialogadas, simulações computacionais e atividades orientadas. Na etapa de aplicação do conhecimento, os estudantes participaram da construção e exploração de um aparato experimental de transmissão de sinal via rádio, consolidando os conceitos trabalhados ao longo da sequência didática.

Durante a aplicação do Produto Educacional, alguns desafios foram identificados, especialmente no que se refere às concepções prévias dos estudantes sobre ondas e eletromagnetismo, muitas vezes marcadas por ideias fragmentadas ou pouco articuladas. Outro desafio esteve relacionado à necessidade de conciliar a abordagem conceitual com a compreensão matemática dos fenômenos, mantendo o equilíbrio entre contextualização e rigor científico. Esses desafios, no entanto, contribuíram para o aprimoramento da proposta e para a adoção de estratégias didáticas mais dialógicas e investigativas.

Os ganhos observados com a aplicação do produto foram significativos. Destaca-se o maior engajamento dos estudantes nas discussões em sala, a ampliação da compreensão sobre o papel das ondas eletromagnéticas no cotidiano e a capacidade de relacionar conceitos físicos abstratos à aplicações tecnológicas concretas. A construção do aparato experimental mostrou-se um elemento motivador, favorecendo a aprendizagem significativa e o desenvolvimento da autonomia intelectual dos estudantes.

Este Produto Educacional foi concebido para ser flexível e passível de adaptação a diferentes contextos escolares. Poderá ser utilizado integralmente ou em partes, conforme a

realidade de cada turma. Espera-se que ele possa auxiliar professores e professoras de Física a enriquecerem suas aulas práticas e pedagógicas, promovendo um ensino contextualizado, crítico e conceitualmente consistente sobre ondas eletromagnéticas.

Sumário

1.	INTRODUÇÃO.....	121
2.	SEQUÊNCIA DIDÁTICA	122
	2.1 (1º MOMENTO): PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL	126
	2.2 (2º MOMENTO): ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO	128
	2.3 (3º momento): APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO	131
3.	REFERÊNCIAS	134
4.	APÊNDICES	135

1. INTRODUÇÃO

O objetivo principal para elaboração da miniestação de rádio escola é incentivar a construção de uma rádio escolar com fins pedagógicos. O protótipo da miniestação de rádio escolar como produto educacional representa uma contribuição tecnológica inovadora ao ensino de Física, pois permite articular conceitos abstratos pela experiência concreta e significativa, integrar teoria, prática e desenvolvimento de múltiplas competências.

A miniestação de radio não é apenas um meio de transmissão de ondas eletromagnéticas, mas um experimento de física aplicada à sociedade, onde cada componente, cada transmissão, cada ajuste técnico se converte em oportunidade de aprendizagem. Esta contribuição exemplifica como a tecnologia educacional crítica pode transformar equipamentos de comunicação em propulsor de difusão científica, formando estudantes de Física para cidadania, mais conscientes e críticos em uma sociedade cada vez mais mediada por tecnologias de comunicação. O produto educacional miniestação de rádio mantém aspectos conceituais com a Física envolvida pela viabilidade técnica com recursos acessíveis de relevância pedagógica para o contexto escolar, representando assim uma contribuição significativa tanto para a educação em Ciências quanto para a cultura científica escolar, pois é um instrumento que possibilita explorar conceitos como campos eletromagnéticos (campo elétrico, campo magnético), equação de onda: derivada das equações de Maxwell, velocidade da luz no vácuo, relação fundamental entre luz, frequência e comprimento de onda, circuitos elétricos e eletrônica e seus componentes básicos (resistor, capacitor, indutor, transistor e diodo), circuitos LCR, impedância, natureza e propagação do som, modulação em amplitude (AM), sinal modulado, modulação em frequência (FM), tipo de antenas e propagação, propagação de ondas, medição de comprimento de onda e demais outros conceitos, que exploram desde física clássica à moderna.

Os conceitos a serem abordados são os conceitos de ondas eletromagnéticas, modulação de sinais e propagação de ondas. Para esta foram dedicadas 03 aulas, dentro do cronograma de execução da proposta.

Especificidade e Conceitos de Física Trabalhados

O conceito de Física a ser explorado é ondas eletromagnéticas, incluindo subconceitos sobre frequência, comprimento de onda, modulações (AM e FM, em nível introdutório). Esses conceitos são implicados diretamente na operação da miniestação, pois cada transmissão ou ajuste realizado pelo usuário corresponde a uma alteração em uma grandeza física específica. A evidência do aprendizado sobre os conceitos será observada pela operacionalização do

instrumento por meio da variação da frequência, mudança na sintonia; aumento da amplitude, interferências e distorções no sinal. A miniestação foi elaborada (pelos estudantes) através de dois módulos: de Transmissão: fonte gerador, controle de frequência e amplitude. Fonte Receptor: alto-falante, fones de ouvido.

A abordagem intuitiva e pedagógica analisada pela ação dos estudantes com relação aos conceitos físicos envolvidos. Cada elemento da interface para construção da miniestação de radio serão acompanhados de “conceitos “que serão consolidados progressivamente durante a realização da atividade, como por exemplo; “Frequência (Hz): número de oscilações da onda por segundo”, intensidade, modulação e intensidade do sinal.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A aplicação do Produto Educacional está organizada a partir da metodologia dos Três Momentos Pedagógicos, estruturada em oito aulas sequenciais, nas quais os estudantes são conduzidos progressivamente da problematização inicial à aplicação dos conhecimentos construídos.

No Primeiro Momento Pedagógico: Problematização Inicial, desenvolvido nas aulas 1 e 2, o foco está em despertar o interesse e mobilizar os conhecimentos prévios dos estudantes. Na primeira aula, inicia-se a abordagem do tema radiofrequência por meio da exibição de um vídeo que apresenta a história e a evolução do rádio, buscando provocar curiosidade e estabelecer uma conexão entre o conteúdo físico e o contexto social e histórico da comunicação. Já na segunda aula, realiza-se o levantamento das subsunções dos estudantes, com ênfase no princípio de funcionamento das rádios, por meio da aplicação de um questionário de sondagem. Esse instrumento permite ao professor identificar concepções iniciais, dúvidas e ideias espontâneas dos alunos, servindo de base para o planejamento das etapas seguintes.

O Segundo Momento Pedagógico: Organização do Conhecimento ocorre nas aulas 3, 4 e 5 e tem como objetivo sistematizar os conceitos físicos necessários para a compreensão do fenômeno estudado. Na aula 3, são apresentados, de forma dialogada e articulada ao tema do rádio, os conceitos fundamentais das ondas, como amplitude, comprimento de onda, velocidade, frequência e período, com apoio de slides e discussões orientadas. Na aula 4, aprofunda-se o estudo dos tipos de ondas, diferenciando ondas mecânicas e eletromagnéticas, bem como sua classificação em unidimensionais, bidimensionais e tridimensionais. Ainda nessa aula, explora-se o espectro eletromagnético, abordando ondas de rádio, micro-ondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raios X e raios gama. Na aula 5, os conceitos

trabalhados são retomados e aplicados por meio da atividade do GREF intitulada “Diferentes formas de comunicação”, permitindo que os estudantes relacionem teoria e prática em uma situação didática contextualizada.

O Terceiro Momento Pedagógico: Aplicação do Conhecimento é desenvolvido nas aulas 6, 7 e 8 e tem como finalidade consolidar a aprendizagem por meio da experimentação e da avaliação. Na aula 6, apresenta-se a proposta de construção de um aparato experimental para a transmissão de sinal via rádio, denominado “Rádio Escola”, acompanhada de uma atividade experimental inicial, como a miniestação de rádio, que demonstra os princípios físicos envolvidos. Na aula 7, os estudantes participam ativamente da montagem do aparato experimental, explorando o fenômeno da transmissão de sinais e observando, na prática, a aplicação dos conceitos estudados ao longo da sequência. Na aula 8, realiza-se a avaliação dos conhecimentos adquiridos por meio de um questionário final de sondagem, possibilitando ao professor analisar o avanço conceitual dos estudantes e refletir sobre a efetividade da proposta pedagógica.

Assim, os passos apresentados garantem uma aplicação estruturada do Produto Educacional, promovendo a articulação entre conhecimentos prévios, fundamentação teórica e aplicação prática, em consonância com os pressupostos dos Três Momentos Pedagógicos. As aulas estão organizadas na tabela 1.

Momentos Pedagógicos	Tempo Pedagógico	Objetivo e Atividade desenvolvida
1º MOMENTO (Problematização inicial)	Aula 1	<p>Despertar a curiosidade dos estudantes sobre a temática radiofrequência.</p> <p>A atividade desenvolvida com a reprodução de um vídeo sobre a história e evolução das rádios. link do vídeo:</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=sgAzYYA68dk</p> <p>➤</p>

	Aula 2	<p>Levantar subsunções, com ênfase, mas não somente, ao princípio de funcionamento das rádios;</p> <p>Aplicação de um questionário de sondagem (anexo ao apêndice)</p>
--	--------	---

2º MOMENTO (Organização do conhecimento)	Aula 3	<p>Apresentar o conteúdo de física articulado ao tema.</p> <p>Apresentação dos conceitos físicos sobre as ondas: Amplitude, comprimento de onda, velocidade, frequência e período. Aula dialogada com utilização de <i>slides</i></p>
	Aula 4	<p>Explorar os tipos de ondas eletromagnéticas: ondas de rádio, micro-ondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raios x e raios gama;</p> <p>Apresentação dos tipos de ondas: Ondas Mecânicas e ondas eletromagnética, classificação das ondas (Unidimensional, bidimensional e tridimensional);</p>
	Aula 5	<p>Explorar conceitos através de uma atividade específica.</p> <p>Aplicação da atividade do GREF: Diferentes formas de comunicação. Anexo em apêndice</p>

3º MOMENTO (Aplicação do conhecimento)	Aula 6	<p>Demonstrar o conceito apreendido através de uma atividade experimental.</p> <p>Apresentação da proposta de construção de um aparato experimental para transmissão de sinal via rádio (Radio Escola).</p> <p>Atividade experimental: Miniestação de rádio</p>
	Aula 7	<p>Explorar o fenômeno através do aparato experimental.</p> <p>Montagem do aparato experimental para a transmissão do sinal.</p>
	Aula 8	<p>Avaliar os conhecimentos adquiridos ao fim da aplicação da sequência didática.</p> <p>Questionário de sondagem – Anexo ao apêndice.</p>

2.1 (1º MOMENTO): PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL

OBJETIVOS

- Apresentar a proposta do Produto Educacional e os conceitos iniciais relacionados à radiofrequência;
- Despertar a curiosidade dos estudantes acerca da importância histórica, social e tecnológica do rádio como meio de comunicação;
- Incentivar a participação ativa e o engajamento dos alunos por meio de situações problematizadoras;
- Levantar os conhecimentos prévios (subsúncos) dos estudantes, especialmente sobre o funcionamento das rádios;
- Aplicar um questionário inicial com finalidade diagnóstica, subsidiando o planejamento das etapas seguintes da sequência didática.

METODOLOGIA

Esta etapa corresponde ao Primeiro Momento Pedagógico – Problematização Inicial e será desenvolvida em duas aulas. Na primeira, será exibido um vídeo sobre a história e a evolução das rádios, com mediação do professor por meio de questionamentos e discussões, visando estimular a reflexão e a contextualização do tema.

ORIENTAÇÕES AO PROFESSOR

Na segunda aula, sugere-se a aplicação de um questionário de sondagem com a finalidade de levantar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o funcionamento das rádios e a transmissão de informações por meio de ondas. Esse instrumento pode ser adaptado pelo professor conforme a realidade da turma e o contexto escolar, servindo como apoio diagnóstico para orientar a condução das aulas seguintes e favorecer uma abordagem mais significativa dos conteúdos.

Na segunda aula, será aplicado um questionário de sondagem, com o objetivo de levantar as subsunções dos estudantes, especialmente relacionadas ao princípio de funcionamento das rádios e à comunicação por ondas eletromagnéticas. As informações obtidas servirão de base para a organização das aulas seguintes.

Aula 1 – Introdução ao Tema: História e Evolução do Rádio

Nesta aula, busca-se despertar a curiosidade dos estudantes sobre a temática da radiofrequência, introduzindo o rádio como objeto central de estudo. A atividade inicia-se com a exibição de um vídeo sobre a história e a evolução das rádios, disponível no link:

<https://www.youtube.com/watch?v=sgAzYYA68dk>

O recurso audiovisual tem como objetivo contextualizar o rádio enquanto tecnologia de comunicação, destacando sua importância histórica, social e cultural. Após a exibição do vídeo, o professor conduz um momento de diálogo com a turma, estimulando os estudantes a relatarem experiências pessoais, percepções e conhecimentos prévios relacionados ao uso do rádio e às formas de comunicação.

Aula 2 – Levantamento de subsunções e Questionário de Sondagem

Na segunda aula, o foco está no levantamento das subsunções dos estudantes, com ênfase, mas não exclusivamente, no princípio de funcionamento das rádios. Para isso, é aplicado um questionário de sondagem, disponibilizado no **apêndice A** do Produto Educacional.

O questionário é composto por questões objetivas e discursivas, elaboradas com o intuito de identificar concepções prévias, possíveis equívocos conceituais e o nível de familiaridade dos alunos com os fenômenos físicos associados às ondas eletromagnéticas e à transmissão de sinais via rádio.

Devido à relevância diagnóstica dessa atividade, é garantido um tempo adequado para que os estudantes possam refletir e elaborar suas

RECURSOS

- Vídeo: História e evolução das rádios;
- Questionário de sondagem (anexo ao apêndice);
- Projetor multimídia ou televisão;
- Caixa de som.

respostas com tranquilidade. Os dados obtidos servirão como base para orientar a Organização do Conhecimento, permitindo que o professor planeje intervenções pedagógicas coerentes com as necessidades reais da turma.

2.2 (2º MOMENTO): ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO

OBJETIVOS

- Sistematizar os conceitos físicos relacionados às ondas, necessários à compreensão do funcionamento das rádios;
- Compreender os parâmetros fundamentais das ondas (amplitude, comprimento de onda, velocidade, frequência e período);
- Diferenciar ondas mecânicas e ondas eletromagnéticas, bem como suas formas de propagação;
- Reconhecer as diferentes faixas do espectro eletromagnético, com ênfase nas ondas de rádio;
- Relacionar os conceitos físicos estudados com situações reais de comunicação e tecnologia;
- Favorecer a construção de significados científicos por meio de atividades dialogadas e contextualizadas.

METODOLOGIA

A etapa de Organização do Conhecimento corresponde ao Segundo Momento Pedagógico e deve ser realizada ao longo de três aulas. Nessa fase, o professor assume o papel de mediador do processo de aprendizagem, orientando a sistematização dos conhecimentos científicos necessários para a compreensão da temática problematizada no momento inicial.

ORIENTAÇÕES AO PROFESSOR

Na etapa de Organização do Conhecimento, o professor deve atuar como mediador, conduzindo as aulas de forma dialogada e incentivando a participação dos estudantes por meio de questionamentos e exemplos do cotidiano. Recomenda-se relacionar constantemente os conceitos físicos ao funcionamento das rádios e aos meios de comunicação, favorecendo a contextualização e a construção de significados científicos.

As aulas deverão ser conduzidas por meio de exposições dialogadas, com utilização de slides e recursos visuais, priorizando a interação constante com os estudantes. Os conceitos físicos serão apresentados de forma articulada ao funcionamento das rádios e às tecnologias de comunicação, buscando sempre estabelecer relações com exemplos do cotidiano.

Além das aulas expositivas, deverá ser aplicada uma atividade específica baseada em material do GREF, permitindo aos estudantes ampliar a compreensão dos conceitos por meio da análise de diferentes formas de comunicação. Essa abordagem metodológica visa favorecer a participação ativa dos alunos e a consolidação dos conteúdos trabalhados, preparando-os para a etapa seguinte de aplicação do conhecimento.

Aula 3: Conceitos fundamentais das ondas

Nesta aula, serão apresentados os conceitos físicos básicos relacionados às ondas: amplitude, comprimento de onda, velocidade, frequência e período. A aula será conduzida de forma dialogada, com apoio de slides, buscando relacionar cada conceito ao funcionamento das rádios e à transmissão de sinais.

Durante a exposição, o professor incentivará a participação dos estudantes por meio de questionamentos e exemplos do cotidiano, como o ajuste de frequência em rádios e a variação da intensidade do som, favorecendo a compreensão dos parâmetros ondulatórios.

Aula 4: Tipos de ondas e espectro eletromagnético

A aula será dedicada à diferenciação entre ondas mecânicas e ondas eletromagnéticas, bem como à classificação das ondas quanto à sua propagação (unidimensionais, bidimensionais e tridimensionais). Em seguida, será explorado o espectro eletromagnético, abordando ondas de rádio, micro-ondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta,

RECURSOS

- Computador ou notebook;
- Projetor multimídia ou televisão;
- Slides com esquemas e imagens sobre ondas e espectro eletromagnético;
- Material impresso da atividade do GREF (Apêndice C);
- Teste de múltipla escolha (Apêndice B);
- Quadro e pincéis;
- Caixa de som e/ou rádio (opcional, para contextualização).

raios X e raios gama.

A exposição dialogada será acompanhada de recursos visuais, permitindo aos estudantes comparar as diferentes faixas do espectro e compreender a posição das ondas de rádio no contexto das comunicações. Ao fim desse momento é aplicado um teste (**apêndice B**) de múltipla escolha com objetivo de avaliar a compreensão dos conceitos estudados ao longo das aulas.

Aula 5: Diferentes formas de comunicação

Nesta aula, deverá ser aplicada a atividade do GREF intitulada Diferentes formas de comunicação (disponível no **apêndice C**). A proposta tem como objetivo reforçar os conceitos estudados, possibilitando aos estudantes analisar diferentes meios de comunicação e os fenômenos físicos envolvidos em cada um deles.

A atividade deverá ser realizada de forma orientada, com espaço para discussões coletivas, permitindo que os alunos relacionem os conteúdos científicos às situações reais de transmissão de informação, consolidando a aprendizagem construída ao longo da etapa de Organização do Conhecimento.



2.3 (3º momento): APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO

OBJETIVOS

- Aplicar, de forma prática, os conceitos físicos estudados ao longo da sequência didática;
- Compreender o funcionamento da transmissão de sinais por meio de ondas eletromagnéticas a partir de uma atividade experimental;
- Relacionar teoria e prática por meio da construção e utilização de um aparato experimental de rádio;
- Avaliar os conhecimentos adquiridos pelos estudantes ao final da aplicação da sequência didática;
- Incentivar a reflexão crítica sobre o papel das tecnologias de comunicação, especialmente o rádio, no contexto social e educacional.

METODOLOGIA

A etapa de Aplicação do Conhecimento corresponde ao Terceiro Momento Pedagógico e será desenvolvida ao longo de três aulas. Nesse momento, busca-se possibilitar que os estudantes utilizem, de forma articulada, os conhecimentos científicos construídos nas etapas anteriores para interpretar e compreender situações reais relacionadas à transmissão de sinais via rádio.

A proposta metodológica fundamenta-se na realização de atividades experimentais e investigativas, nas quais os alunos terão contato direto com um aparato experimental de transmissão de sinal, denominado Rádio Escola. O professor atuará como mediador, orientando as atividades, esclarecendo dúvidas e incentivando a reflexão sobre os fenômenos observados.

ORIENTAÇÕES AO PROFESSOR

Na etapa de Aplicação do Conhecimento, recomenda-se que o professor conduza as atividades de forma investigativa, incentivando a participação ativa dos estudantes na observação, montagem e análise do aparato experimental Rádio Escola. É fundamental retomar os conceitos trabalhados nas etapas anteriores, orientando os alunos a relacionarem os fenômenos observados à transmissão de sinais por ondas eletromagnéticas.

Ao final dessa etapa, será aplicado um questionário avaliativo com o objetivo de verificar a consolidação dos conceitos trabalhados, bem como a capacidade dos estudantes de relacionar teoria, prática experimental e situações do cotidiano.

Aula 6: Introdução à transmissão de sinal via rádio – Miniestação de rádio

Nesta aula, será apresentada aos estudantes a proposta de construção de um aparato experimental para transmissão de sinal via rádio, denominado Miniestação de rádio. O professor realizará uma demonstração inicial do experimento, explicando os componentes utilizados e sua relação com os conceitos físicos estudados, como ondas eletromagnéticas, frequência e modulação.

A atividade tem como objetivo demonstrar, de forma concreta, como ocorre a transmissão de sinais, possibilitando aos alunos visualizar a aplicação prática dos conceitos teóricos abordados ao longo da sequência didática.

Aula 7: Montagem do aparato experimental e exploração do fenômeno

Nesta aula, os estudantes deverão participar da montagem do aparato experimental para a transmissão do sinal via rádio, sob a orientação do professor. Durante a atividade, serão incentivados a observar o funcionamento do sistema, identificar os elementos envolvidos no processo de transmissão e recepção do sinal e relacionar essas observações com os conceitos físicos estudados.

A proposta favorece a aprendizagem ativa, permitindo que os alunos explorem o fenômeno de forma investigativa, reforçando a compreensão da relação entre ciência, tecnologia e comunicação.

RECURSOS

- Fios condutores;
- Resistores de diferentes valores (56 ohms, 1k, 3,9k e 4,7k ohms);
- Capacitores cerâmicos e eletrolíticos com variadas capacitâncias (incluindo um capacitor variável com faixa de até 40 pF,
- Um transistor do tipo NPN (BC547 ou BC548);
- Um microfone de eletreto;
- Um LED vermelho;
- Bobina confeccionada com fio esmaltado de 1 mm² (retirado de fonte de computador) e enrolado a um bulbo de caneta, com quatro voltas de enrolamento com cerca de um centímetro de diâmetro;
- Antena, que foi improvisada com 30 cm do mesmo fio,

Para a montagem do circuito da rádio, o professor deverá orientar os estudantes a acompanhar um vídeo explicativo disponível na plataforma YouTube, por meio do link: <https://www.youtube.com/watch?v=bIVQsagChcE>.

Aula 8: Avaliação dos conhecimentos adquiridos

Na última aula da sequência didática, será aplicado um questionário de sondagem final (disponível no **apêndice D**), com o objetivo de avaliar os conhecimentos adquiridos pelos estudantes ao longo do desenvolvimento do Produto Educacional.

O questionário contempla questões que abordam os conceitos de ondas, radiofrequência, funcionamento das rádios e a relação entre ciência e tecnologia. Os resultados obtidos permitirão ao professor analisar o impacto da proposta pedagógica na aprendizagem dos estudantes e refletir sobre possíveis ajustes e aprimoramentos do produto para futuras aplicações.

e a alimentação do circuito foi feita com uma fonte de 3 a 5 volts;

2. REFERÊNCIAS

BRASIL, Ministério da Educação. (2018). Base Nacional Comum Curricular. Brasília: Secretaria da Educação Básica.


DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Miriam Garcia. *Metodologia do ensino de ciências*. São Paulo: Cortez, 1990.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Física**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1992.

GRF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física). Física 3: Eletromagnetismo. São Paulo: EdUSP, 1998.

3. APÊNDICES

Apêndice A - Questionário de Sondagem

	COLÉGIO ESTADUAL DO CAMPO DE TEMPO INTEGRAL		
	DE CASCAVEL		
	Professor: Jean Barbosa	Série: 3ª	Turma: A
	Componente Curricular: Física		
	Estudante:	Data: / /2024	

Questionário 1 (Levantamento de conhecimentos prévios)

Questão 1 – O princípio de funcionamento da rádio teve início em 1831 com Michael Faraday e a descoberta da indução eletromagnética, possibilitando a criação da primeira companhia de rádio do mundo, que surgiu em 1896 e revolucionou a comunicação, possibilitando a transmissão de informação de forma rápida. Essa foi uma breve contextualização, você já teve acesso a outras informações como por exemplo aquelas mostradas no vídeo sobre a história da rádio. A partir dessas informações, escreva sobre a importância que a física teve para o desenvolvimento de aparelhos capazes de transmitir informações a distância?



Questão 2 – Qual é o agente responsável pela transmissão da informação das rádios?

Questão 3 – Em qual unidade é medida a grandeza que nos permite identificar uma estação de rádio? Você conhece sobre esta grandeza? Se sim, poderia dar mais exemplos?

Questão 4 – O que você entende por ondas? Poderia definir ondas sonoras e ondas eletromagnéticas?

Questão 5 – Por que não é permitido o funcionamento de rádio piratas? Quais são os problemas que essas rádios causam?

Questão 6 – Na comunicação que utiliza rádio, as informações chegam ao aparelho pela tomada ou pela antena?

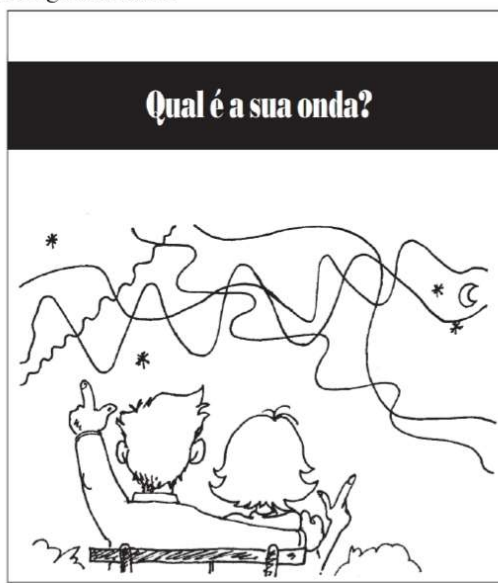


Fonte: GREF (1998)

Questão 7 – De acordo aos seus conhecimentos responda o que é:

- Frequência _____
- Amplitude _____
- Período _____
- Ondas mecânicas _____
- Ondas eletromagnéticas _____

Questão 8 – Observe a imagem abaixo:





Fonte: GREF (1998)

Qual a relação da imagem com o funcionamento das rádios?

Questão 9 – O que você gostaria de saber um pouco mais sobre as rádios.

Apêndice B - Questionário Após O Segundo Momento

	COLÉGIO ESTADUAL DO CAMPO DE TEMPO INTEGRAL DE CASCAVEL Educador(a): Jean Barbosa Componente Curricular: Física Data: ____/____/____ Série/ano: ____ Turno: ____ Estudante: _____	
---	--	---

Questionário II
(Avaliação após o 2º momento)

Questão 1 – Se a frequência de uma onda de rádio aumenta, o que acontece com o comprimento de onda?

- Aumenta proporcionalmente.
- Diminui proporcionalmente.
- Permanece constante.
- Depende da modulação usada.
- Aumenta em dias nublados.

Questão 2 – Qual das alternativas a seguir descreve corretamente as ondas de rádio?

- Ondas mecânicas que precisam de um meio para se propagar.
- Ondas mecânicas que se propagam no vácuo.
- Ondas eletromagnéticas que não se propagam no vácuo.
- Ondas eletromagnéticas que podem se propagar no vácuo.
- Ondas gravitacionais que se propagam na atmosfera.

Questão 3 – O que ocorre quando duas ondas de rádio se sobrepõem e interferem entre si?

- As ondas se anulam completamente.
- A frequência das ondas é alterada.
- O sinal pode apresentar ruídos ou falhas.
- A amplitude é sempre aumentada.
- O comprimento de onda é reduzido.

Questão 4 – O que ocorre com o comprimento de onda se aumentarmos a frequência, mantendo a velocidade constante?

- O comprimento de onda aumenta.
- O comprimento de onda diminui.
- O comprimento de onda permanece constante.
- O período também diminui proporcionalmente.
- A amplitude da onda aumenta.

Questão 5 – Por que as ondas de rádio são classificadas como ondas eletromagnéticas?

- Porque necessitam de um meio material para se propagar.
- Porque têm alta amplitude e não sofrem interferência.
- Porque são formadas por campos elétricos e magnéticos que se propagam no espaço.
- Porque se propagam apenas na atmosfera.
- Porque possuem frequências muito altas.

Questão 6 – Por que a propagação das ondas AM é mais eficiente durante a noite?

- A rotação da Terra aumenta a amplitude das ondas.
- O campo magnético terrestre aumenta à noite.
- A ionosfera reflete melhor as ondas AM à noite.
- A velocidade das ondas AM é maior durante a noite.

e) As frequências AM são convertidas em FM automaticamente.

Questão 7 – Qual é a relação entre a velocidade, frequência e comprimento de onda de uma onda eletromagnética?

- a) $v = \lambda \times f$
- b) $v = \lambda / f$
- c) $v = \lambda + f$
- d) $v = f - \lambda$
- e) $v = \lambda \times f^2$

Questão 8 – O que pode acontecer com o sinal de uma estação de rádio quando duas ondas se interferem?

- a) A frequência da estação é aumentada automaticamente.
- b) O sinal é convertido em ondas mecânicas.
- c) O sinal pode apresentar ruídos ou ser interrompido.
- d) A velocidade da onda diminui e melhora a recepção.
- e) A onda interfere apenas se a polarização for diferente.

Questão 9 – Qual foi uma das principais contribuições sociais da rádio para a disseminação de informação?

- a) Permitir que apenas jornais controlassem a transmissão de notícias.
- b) Fornecer acesso rápido e gratuito a informações em tempo real para diferentes públicos.
- c) Eliminar completamente a necessidade de livros e jornais.
- d) Impedir a propagação de novas expressões culturais e musicais.
- e) Substituir o teatro como forma de entretenimento.

Questão 10 – Como a rádio contribuiu para a integração social e cultural de diferentes regiões?

- a) Limitando o acesso de regiões rurais às transmissões.
- b) Permitindo que apenas programas de política fossem transmitidos.
- c) Difundindo música, tradições e eventos esportivos para áreas urbanas e rurais.
- d) Forçando a padronização cultural e eliminando expressões regionais.
- e) Substituindo a comunicação verbal por textos gravados.

Apêndice C – Atividade do GREF



COLÉGIO ESTADUAL DO CAMPO DE TEMPO INTEGRAL DE CASCAVEL

Educador(a): Jean Barbosa Componente Curricular: Física

Data: ____/____/____ Série/ano: ____ Turno: ____

Estudante: _____



A rádio na comunicação

—30—

Diferentes formas
de comunicação

Vamos descobrir os mistérios que envolvem as diferentes modos de comunicação. Ordene as cenas de acordo com a linha do tempo.



No início deste curso foi feita uma classificação dos aparelhos e componentes que integram o que se pode chamar de "mundo da eletricidade". Isso permitiu a formação de vários grupos, que se constituíram em temas de estudo. Um deles foi o chamado elementos de comunicação e informação. A partir deste momento, faremos um estudo detalhado de alguns desses elementos.



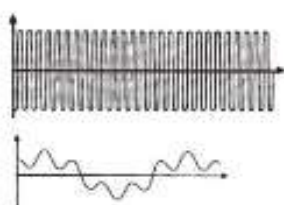
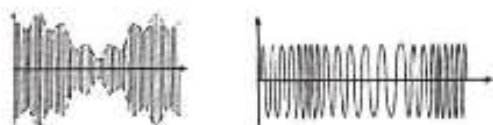


fig. a
representação
da onda
portadora
e da onda
sonora

fig. b representação da onda sonora modulada em amplitude (AM) e em frequência (FM)



Segunda etapa: recuperação da informação

Estando o aparelho receptor ligado e uma vez feita a sintonia com a estação desejada, a onda eletromagnética portadora da informação codificada reproduz no circuito do aparelho receptor a corrente elétrica correspondente.



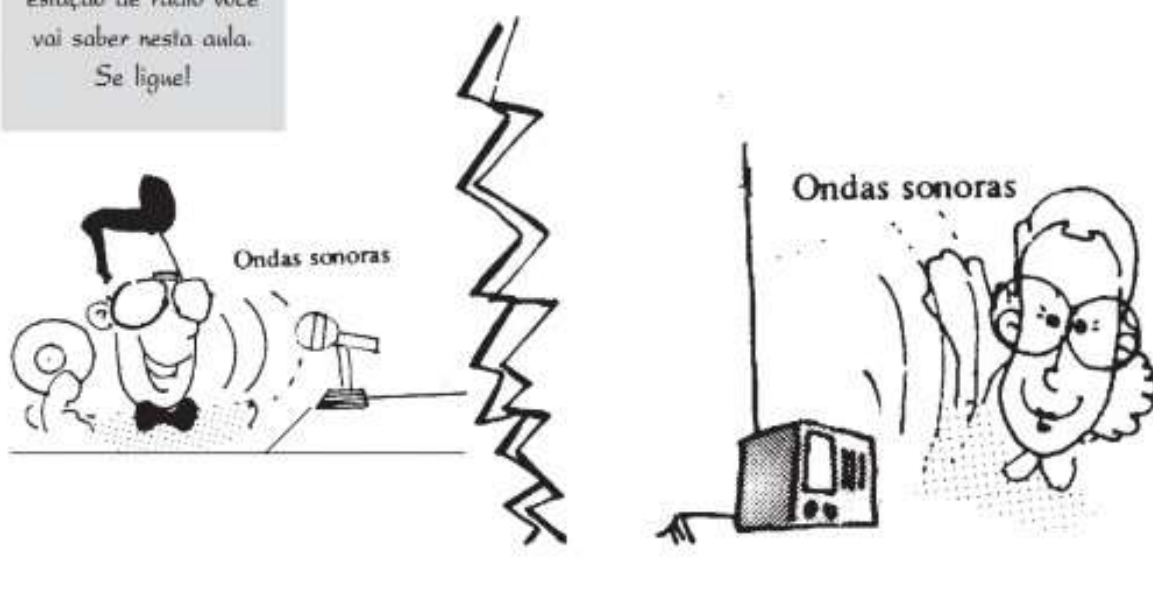
Posteriormente, essa corrente elétrica acionará um alto-falante, se ela corresponder a um som, ou a um canhão eletrônico se tal corrente corresponder a uma imagem.

— 32 —

Rádio ouvintes

O que acontece quando
sintonizamos uma
estação de rádio você
vai saber nesta aula.
Se ligue!

O mecanismo que envolve a transmissão de uma informação de algo que ocorre distante ou próximo de nós parece algo extraordinário ou mágico. É mesmo! E a Física pode nos ajudar a compreender um pouco mais esse mecanismo.



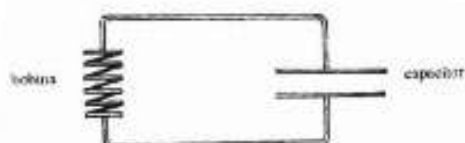
Qualquer aparelho de rádio apresenta um botão para sintonia da estação e outro para volume, visor para identificação da estação, alto-falante e antena (mesmo o "radinho de pilha" tem uma antena que se localiza na parte interna do aparelho), além de uma ligação com a fonte de energia elétrica (pilha e/ou tomada).

A função dessa fonte de energia é fazer funcionar o circuito elétrico interno do aparelho. As mensagens são recebidas pela antena, que pode ser interna ou externa. Posteriormente, o som, ainda transformado em corrente elétrica, é enviado até o circuito do alto-falante.

O papel de alumínio age como um espelho em relação à luz e também às ondas de rádio, por isso o rádio deixa de receber as informações quando embrulhado. Mesmo desligado, a antena está recebendo as informações transmitidas pelas estações, entretanto, elas não são transformadas e recuperadas como som, pois os circuitos elétricos encontram-se desligados.

O sistema pelo qual transmitimos o som do rádio envolve várias etapas. Do microfone da estação até o alto-falante do aparelho receptor, o som passa por várias fases e sofre diversas transformações:

- produção de som pela voz humana, música etc.;
- as ondas sonoras, que são variações da pressão do ar que atingem o microfone;
- no microfone o som é convertido em corrente elétrica alternada de baixa frequência;
- essa corrente elétrica de baixa frequência é "misturada" com uma corrente de alta frequência, produzida na estação, que serve para identificá-las no visor do aparelho. Além disso, essa corrente elétrica de alta frequência serve como se fosse o "veículo" através do qual o som será transportado pelo espaço até os aparelhos de rádio;
- essa "nova" corrente elétrica se estabelece na antena da estação transmissora e através do espaço a informação se propaga em todas as direções;
- a antena do aparelho de rádio colocada nesse espaço captará essa informação;
- se o aparelho estiver ligado e sintonizado na frequência da corrente produzida pela estação, o som poderá ser ouvido ao ser reproduzido no alto-falante. Tanto para enviar o som até os aparelhos como para sintonizar a estação é necessário um circuito chamado de circuito oscilante, constituído de uma bobina e de um capacitor.



A bobina é um fio condutor enrolado em forma de espiral, e o capacitor é constituído de duas placas condutoras, separadas por um material isolante e representado no circuito pelo símbolo $-||-$. Os dois traços verticais representam as placas separadas pelo isolante.

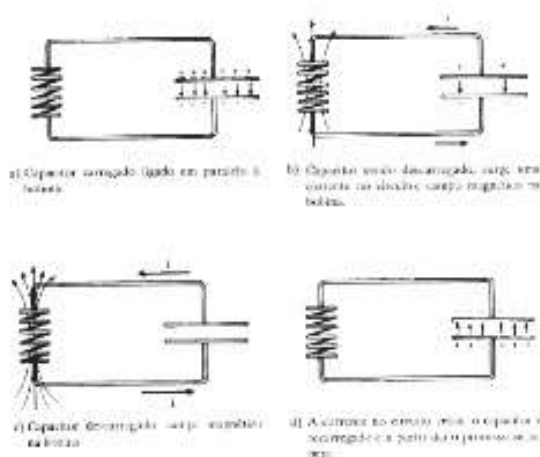
A CORRENTE ALTERNADA NO CIRCUITO OSCILANTE

Para carregar as placas do capacitor, basta ligá-lo aos terminais de uma bateria. Isso provocará um movimento de cargas tal que as placas ficarão eletrizadas positivamente e negativamente. Nessa situação dizemos que o capacitor estará completamente carregado.

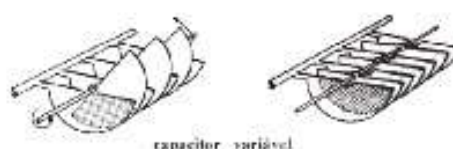
Ligando-se o capacitor carregado a uma bobina (fig. a), surge uma corrente elétrica variável no circuito. Essa corrente, cria um campo magnético ao redor do fio, que é também variável (fig. b).

De acordo com a lei de Faraday, a variação desse campo fará induzir no circuito, e sobretudo na bobina, um campo elétrico. Esse campo agirá de forma a tornar mais lento o processo de descarga do capacitor, conforme prevê a lei de Lenz (fig. c).

Posteriormente, ele servirá para recarregar as placas do capacitor (fig. d).



Desse processo de carga e descarga do capacitor resulta uma corrente elétrica do tipo alternada. A frequência dessa corrente dependerá da "capacidade" do capacitor de acumular cargas e também da "capacidade" de indução da bobina. Alterando-se tais "capacidades", podemos obter correntes alternadas de qualquer frequência.



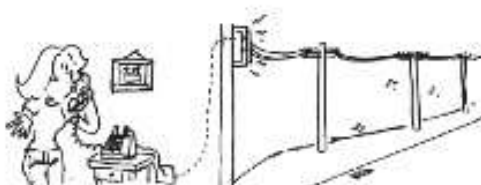
Rádio, TV, telefone, gravador, toca-discos, vídeo... são exemplos de aparelhos que utilizamos para estabelecer a comunicação. O telefone, por exemplo, permite a comunicação entre duas pessoas, já com o rádio e a TV, a comunicação se dá entre muitas pessoas.



Com o telefone, as pessoas se comunicam diretamente, enquanto com rádio e TV a comunicação pode ser feita "ao vivo" ou através de mensagem gravada. Este último tipo também inclui o vídeo, as fitas cassetes e também os CD's.

Um aspecto interessante dos diferentes modos de comunicação é que algumas vezes se faz uso de fios, enquanto outras envolvem o espaço.

Nos telefones comuns, por exemplo, a comunicação entre os aparelhos é feita através de fios que formam grandes circuitos elétricos independentes da rede de distribuição elétrica.



Tais circuitos elétricos também utilizam o poste como apoio, mas não estão ligados aos circuitos residenciais e, por esse motivo, quando ocorre interrupção no fornecimento de energia, os telefones continuam funcionando.

Os telefones celulares, por sua vez, têm sua própria fonte de energia elétrica: uma bateria, que fica junto ao aparelho. Além disso, tanto o som emitido como o recebido utiliza uma antena, através da qual é feita a comunicação.

A partir da antena do aparelho telefônico, a mensagem é enviada a outras antenas que recebem e enviam a mensagem até que esta seja captada pela antena do outro aparelho.



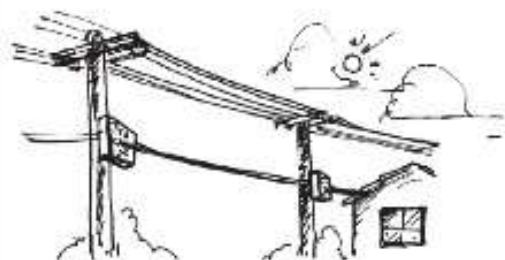
Os aparelhos de rádio portáteis também podem ter a possibilidade de usar fontes de energia próprias: as pilhas. Tais fontes fornecem energia para o funcionamento dos componentes internos dos aparelhos. Outras vezes a fonte de energia é a usina, e aí o aparelho está conectado à tomada. Independente do tipo de fonte utilizado, é por meio da antena que as mensagens são recebidas.



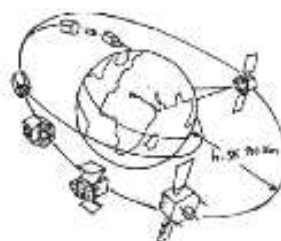


De forma semelhante ao rádio, a televisão também necessita de uma fonte de energia, que em geral é a usina quando o aparelho é ligado à tomada, para fazer funcionar seus componentes internos. Mas as mensagens, incluindo-se o som e as imagens, são recebidas por meio de uma antena conectada ao aparelho. Tal antena, hoje em dia, pode ser interna, externa, coletiva, parabólica, dentre outros tipos.

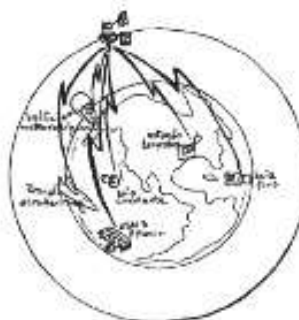
Mais recentemente, as chamadas tevês a cabo recebem as mensagens através de fios e não mais por meio de antenas. Eles são especialmente colocados para esse fim e fixados aos postes de rua.



Nas comunicações internacionais, seja por telefone, seja por TV, além das antenas locais se faz uso dos satélites artificiais, colocados em órbita por meio de foguetes, ficando a aproximadamente 40.000 km da Terra.



Eles recebem as mensagens e retransmitem para a Terra aos locais onde encontram-se as antenas das estações. A energia de um satélite é obtida com as baterias solares que cobrem as suas paredes externas. Quando ele se encontra na parte de sombra da Terra, ele é alimentado pelas baterias.



COMO SE PREPARA A INFORMAÇÃO PARA ENVIAR-LA ATÉ AS ANTENAS ONDE ESTÃO OS APARELHOS RECEPTORES E COMO SE RECUPERAM AS INFORMAÇÕES

Primeira etapa: codificação da informação A primeira transformação por que passam som e imagem na etapa de codificação é a sua transformação em corrente elétrica. Isso é realizado respectivamente pelo microfone e pela câmara de TV, conforme já discutimos nas leituras 32 e 34. Tais correntes elétricas têm baixa frequência, e por isso não são apropriadas para ser aplicadas em antenas transmissoras. Assim sendo, a transmissão das informações referentes a som e imagem requer um "veículo" que as transporte a longas e médias distâncias. Esse "veículo" são as ondas eletromagnéticas de alta frequência chamadas

de ondas portadoras. É justamente pelo valor da frequência da onda portadora que sintonizamos a estação desejada e recebemos as informações transportadas por ela. A etapa que permite o envio das informações através da antena - chamada de modulação - consiste na produção de alterações na amplitude ou na frequência da onda portadora que reproduzem de forma idêntica as alterações das correntes elétricas que representam o som ou a imagem. Para visualizar o processo de modulação, podemos representar, por exemplo, as ondas sonora e de alta frequência antes (fig. a) e depois (fig. b).



É justamente isso que fazemos quando mexemos no botão de sintonia do aparelho para localizar uma estação de rádio. Para ajustar a frequência do circuito oscilante do rádio com a da estação que desejamos sintonizar, alteramos a área de eletrização do capacitor, ao girarmos o respectivo botão.

A área de eletrização utilizada corresponde à parte comum nas duas placas, indicada com a cor cinza-escura nas duas posições da figura.

Faça um texto destacando sua opinião a respeito do funcionamento e a importância das rádios como meio de comunicação

This image shows a full page of blank, lined paper. It features approximately 20 horizontal blue or grey lines spaced evenly apart, typical of notebook paper. The lines extend across the entire width of the page, leaving small margins at the top and bottom. There are no vertical lines, text, or other markings on the page.

Apêndice D - Questionário após o terceiro momento

	COLÉGIO ESTADUAL DO CAMPO DE TEMPO INTEGRAL DE CASCAVEL Educador(a): Jean Barbosa Componente Curricular: Física Data: ____/____/____ Série/ano: ____ Turno: ____ Estudante: _____	
Questionário III <i>(Avaliação após o 3º momento)</i>		
<p>Questão 1. Como você avaliaria a explicação teórica sobre ondas e suas características? Quais conceitos você achou mais fáceis ou mais difíceis de entender?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>		
<p>Questão 2. Depois das aulas, você conseguiu perceber como os conceitos de ondas estão presentes no nosso dia a dia? Dê um exemplo.</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>		
<p>Questão 3. Após o trabalho, como você entende a importância das ondas no cotidiano? Cite exemplos práticos em que as ondas estão presentes e explique sua relevância no contexto atual.</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>		
<p>Questão 3. O projeto de construção de um rádio trouxe alguma nova curiosidade sobre física ou tecnologia? Se sim, o que você gostaria de aprender mais sobre o tema?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>		
<p>Questão 5. Ao construir o rádio, como você percebeu a relação entre os avanços científicos e tecnológicos? Em que outros dispositivos do cotidiano você acredita que essa relação esteja presente?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>		

Questão 6. Olhando para o trabalho como um todo, o que você considera o maior aprendizado? Como isso mudou sua percepção sobre a aplicação da física no mundo real?

Questão 7. A invenção do rádio revolucionou a comunicação ao permitir que informações fossem transmitidas a grandes distâncias em tempo real, impactando áreas como cultura, educação, política e emergências. Na sua opinião, quais foram os maiores benefícios que o rádio trouxe para a sociedade desde sua criação? Além disso, como você avalia a relevância do rádio no mundo atual, especialmente em comparação com outras tecnologias modernas de comunicação?

Questão 8. Os avanços científicos, especialmente os da física, foram fundamentais para o desenvolvimento das tecnologias que utilizamos diariamente, como celulares, televisores, internet e até sistemas de transporte. Pensando nisso, como você avalia o papel da física no progresso tecnológico da humanidade? Cite exemplos de tecnologias que fazem parte do seu dia a dia e explique como a ciência contribuiu para torná-las possíveis.
