



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
FLUMINENSE



Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física
Sociedade Brasileira de Física
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense

Vanessa dos Santos Merlim Saraiva

**FÍSICA EM CENA: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ESTUDO DAS ONDAS
ELETROMAGNÉTICAS ALIADO AO TEATRO NO ENSINO MÉDIO**

Campos dos Goytacazes/RJ

2019, 2



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
FLUMINENSE



Vanessa dos Santos Merlim Saraiva

**FÍSICA EM CENA: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ESTUDO DAS ONDAS
ELETROMAGNÉTICAS ALIADO AO TEATRO NO ENSINO MÉDIO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora: Cristine Nunes Ferreira
Coorientadora: Cassiana Hygino Machado

Campos dos Goytacazes/RJ

2019, 2

Biblioteca Anton Dakitsch
CIP - Catalogação na Publicação

d565f	<p>dos Santos Merlim Saraiva, Vanessa FÍSICA EM CENA: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ESTUDO DAS ONDAS ELETROMAGNÉTICAS ALIADO AO TEATRO NO ENSINO MÉDIO / Vanessa dos Santos Merlim Saraiva - 2020. 237 f.: il.</p> <p>Orientador: Cristine Nunes Ferreira Coorientador: Cassiana Hygino Machado</p> <p>Dissertação (mestrado) -- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Campus Campos Centro, Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Campos dos Goytacazes, RJ, 2020. Referências: f. 148 a 152.</p> <p>I. Teatro científico . 2. Ondas Eletromagnéticas. I. Nunes Ferreira, Cristine , orient. II. Hygino Machado, Cassiana, coorient. III. Título.</p>
-------	---

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da Biblioteca Anton Dakitsch do IFF
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

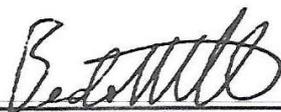
FÍSICA EM CENA: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ESTUDO DAS ONDAS
ELETROMAGNÉTICAS ALIADO AO TEATRO NO ENSINO MÉDIO

Vanessa dos Santos Merlim Saraiva

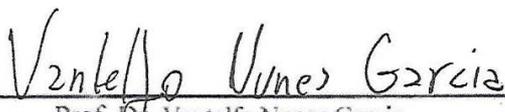
Projeto de Qualificação apresentado ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovado em 08 de abril de 2020

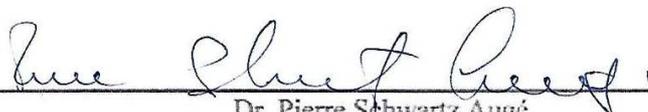
Banca Examinadora:



Prof. Dr. Bernardo Mattos Tavares
Doutor em Física – UFRJ
Universidade Federal do Rio de Janeiro/Macaé



Prof. Dr. Vantelfo Nunes Garcia
Doutor em Física – UFF
Instituto Federal Fluminense – campus Campos-Centro



Dr. Pierre Schwartz Augé
Doutor em Educação- UFF
Instituto Federal Fluminense - campus Campos-Centro



Drª Cristine Nunes Ferreira Doutor em Educação- UFF
Doutor em Física – CBPF
Orientadora e Presidente da Banca
Instituto Federal Fluminense - campus Campos-Centro

DEDICATÓRIA

Dedico a Deus por toda sabedoria e pela oportunidade de poder cursar esse curso.
E as pessoas que Deus colocou ao meu redor para me ajudar.
Muito obrigado.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer a Deus pelo dom da vida, pela fé, pela oportunidade de poder cursar esse mestrado e perseverança para vencer os obstáculos e alcançar a vitória.

Ao meu irmão Ronald pela parceria, colaboração e por sempre está disposto a ajudar no que for necessário nos momentos mais difíceis.

Ao meu esposo Wilson que tem sido um amigo de todas as horas, obrigado por todo auxílio, paciência, companheirismo, incentivo e força nos momentos de angústia.

A minha orientadora Cristine Nunes Ferreira pela confiança depositada, por ter auxiliado enormemente para a realização desta pesquisa, por ter me incentivado a não desistir desse sonho e pelas grandes oportunidades de aprendizagem que tem proporcionado.

A Coorientadora Cassiana Hygino Machado pelo apoio e colaboração.

Ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) e ao Instituto Federal Fluminense (IF Fluminense) por contribuírem diretamente para o meu desenvolvimento acadêmico.

A professora e Coordenadora Renata Lacerda Caldas Martins juntamente com todos os professores do curso obrigado pelo apoio, colaboração e pela confiança depositada.

A Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo apoio financeiro.

Aos colegas de turma pelo companheirismo, amizade, compreensão e colaboração em todos os momentos.

Enfim, sou grata a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para realização deste trabalho.

RESUMO

FÍSICA EM CENA: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ESTUDO DAS ONDAS ELETROMAGNÉTICAS ALIADO AO TEATRO NO ENSINO MÉDIO

No século vinte um, é um fato incontestável que vivemos num mundo tecnológico, baseado em aplicações da física. Uma forma de motivar os alunos em sala de aula é trazer a física presente no cotidiano do aluno. Outro ponto importante é considerar que uma das maneiras de resgatar o sentimento da descoberta e a humanização da ciência é usar o teatro científico como uma estratégia para este fim. Muitos filmes de hoje em dia já relatam a ciência como um mundo fascinante. No entanto quando o estudante começa sua vida escolar, essa magia não é evidenciada. Nesta dissertação o objetivo é aproveitar o mundo tecnológico que o estudante está inserido para fazer despertar a curiosidade científica e desmistificar a ideia de uma física feita para cientistas. A criação de histórias envolvendo temas científicos ajudou os estudantes a internalizar o aspecto conceitual da física e despertar a curiosidade dos estudantes em aprender física. As estratégias utilizadas nesta intervenção didática objetivaram criar peças teatrais envolvendo ondas eletromagnéticas. Com o uso do teatro, os alunos entenderam a conexão entre a evolução do pensamento científico com a série de transformações que o mundo passou na época das invenções eletromagnéticas, e desta forma, foi inserido uma discussão no ambiente escolar. Os dados foram colhidos por meio de atividades realizadas em sala de aula, observações, experimento realizado pelos alunos e textos produzidos pelas equipes durante as atividades. As análises foram realizadas por meio de indicadores encontrados nas respostas dos alunos e dos textos produzidos. Foram analisados a física envolvida, a interpretação, a criatividade, a conexão entre os alunos das equipes.

Palavras-chave: Teatro Científico, Ondas Eletromagnéticas

ABSTRACT

PHYSICS IN SCENE: A TEACHING SEQUENCE FOR THE STUDY OF ELECTROMAGNETIC WAVES ALLOCATED TO THE HIGH SCHOOL THEATER

In the twenty-first century, it is an indisputable fact that we live in a technological world, based on applications of physics. One way to motivate students in the classroom is to bring the physics present in the student's daily life. Another important point is to consider that one of the ways to rescue the feeling of discovery and the humanization of science is to use scientific theater as a strategy for this purpose. Many films nowadays already report science as a fascinating world. However, when the student begins his school life, this magic is not evident. In this dissertation the objective is to take advantage of the technological world that the student is inserted to make scientific curiosity arouse and demystify the idea of a physics made for scientists. The creation of stories involving scientific themes helped students to internalize the conceptual aspect of physics and arouse students' curiosity in learning physics. The strategies used in this didactic intervention aimed to create plays involving electromagnetic waves. Through the use of theater, students understood the connection between the evolution of scientific thinking with the series of transformations that the world went through at the time of electromagnetic inventions, and thus, a discussion was inserted in the school environment. Data were collected through classroom activities, observations, an experiment carried out by students and texts produced by teams during activities. The analyzes were performed by means of indicators found in the responses of the students and the texts produced. The physics involved, the interpretation, the creativity, the connection between the students of the teams were analyzed.

Key words: Scientific Theater, Electromagnetic Waves

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Motor Eletromagnético.	29
Figura 2: Criação de um eletroímã.	30
Figura 3: Gerador de Corrente Alternada.	30
Figura 4: Lei de Biot - Savart.	31
Figura 5: A Corrente Elétrica Gera um Campo Magnético Rotacional	32
Figura 6: Lei de Faraday..	33
Figura 7: Composição do Espectro Eletromagnético.	35
Figura 8: Forma de uma Onda Eletromagnética se Propagando no Vácuo.....	37
Figura 9: Elementos de uma onda.	38
Figura 10: Faixada da Escola Estadual José de Cardoso Morais.	44
Figura 11: Capa do Livro 1.	46
Figura 12: Capa do Livro 2.	47
Figura 13: Capa do Livro 3.	48
Figura 14: Produção do Texto Teatral.....	50
Figura 15: Personagens que devem aparecer nas estórias.	55
Figura 16: Cabos submarinos de internet da Google.	56
Figura 17: Oscilação dos campos elétricos e magnéticos propagando em uma direção transversal.....	60
Figura 18: A era das invenções. Esta cena mostra Faraday lecionando.....	61
Figura 19: Cenas que mostram o funcionamento da linha de experimentos que levaram Faraday a criar um fluxo contínuo de elétrons.	62
Figura 20: Experimento de Oersted..	62
Figura 21: O Motor Elétrico de Faraday.	63
Figura 22: Lei de Faraday.	63
Figura 23: Gerador de Faraday.....	64
Figura 24: Roteiro do teatro.	64
Figura 25: Espectro Eletromagnético.....	65
Figura 26: Penetração das ondas AM entre o Rio e Campos.	66
Figura 27: Penetração das ondas FM	67
Figura 28: Filme O Contato.....	67
Figura 29: Produzindo o Texto Teatral- Desenvolvimento da História e Física envolvida.	69
Figura 30: A constelação de escorpião apresentando a estrela antares.	69

Figura 31: A magnetita.....	70
Figura 32: A história da Bússola.....	71
Figura 33: O campo magnético da Terra.....	72
Figura 34: Microfone de Indução.....	74
Figura 35: Explicação do funcionamento de um misturador.....	74
Figura 36: Procedimento experimental para o campo magnético com espiras.....	75
Figura 37: Produzindo o Texto Teatral – O local onde se passa a peça e a descrição dos personagens.....	76
Figura 38: Mini Bobina de Tesla.....	77
Figura 39: Os Cabos Submarinos.....	78
Figura 40: Comportamento da fibra ótica.....	79
Figura 41: Reflexão total.....	80
Figura 42: A viagem na eletricidade – A corrente alternada.....	81
Figura 43: Espira girando em um campo magnético uniforme, com velocidade angular constante.....	82
Figura 44: Gráfico da variação de com o tempo em um período T.....	82
Figura 45: Gráfico da força eletromotriz induzida nos terminais da espira, em função do tempo, para dois períodos.....	83
Figura 46: Circuitos de corrente contínua e alternada.....	84
Figura 47: Elementos de um rádio.....	84
Figura 48: Funcionamento de uma estação e rádio.....	85
Figura 49: Dispositivos de um rádio.....	85
Figura 50: Aplicação do questionário de coleta dos conhecimentos prévios.....	97
Figura 51: Assistindo Vídeo: A História da Eletricidade Parte 2: Na era das invenções.....	98
Figura 52: Assistindo Vídeo: A História da Eletricidade Parte 2: Na era das invenções.....	99
Figura 53: Aplicação dos temas escolhidos.....	100
Figura 54: Filme O contato.....	103
Figura 55: Esquema de orientação.....	104
Figura 56: Aplicação dos temas escolhidos.....	104
Figura 57: A história da Bússola.....	106
Figura 58: O campo magnético da Terra.....	106
Figura 59: Assistindo aos vídeos: A história da Bússola e O campo magnético da Terra.....	107
Figura 60: Aplicação dos temas escolhidos.....	107
Figura 61: Vídeo: Os Cabos Submarinos.....	110

Figura 62: Vídeo do experimento sobre a reflexão total da luz..	110
Figura 63: Assistindo ao vídeo: Os cabos submarinos...	111
Figura 64: Imagem comparativa a fibra óptica a um buraco de uma agulha..	111
Figura 65: A viagem na eletricidade – A corrente alternada..	112
Figura 66: Imagem dos experimentos realizados pelos alunos da turma.....	113
Figura 67: Elementos de um rádio..	114
Figura 68: Construindo uma emissora FM.....	114
Figura 69: Resumo dos componentes necessários para o projeto.....	115
Figura 70: Alunos confeccionando a programação de rádio.....	116
Figura 71: Aplicação do questionário final.....	123
Figura 72: Apresentação do teatro final.....	126

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Livros aprovados pelo MEC para a rede pública do país	45
Quadro 2: Indicadores de avaliação das questões discursivas	53
Quadro 3: Objetivos esperados com o teatro científico em nossa estratégia	56
Quadro 4: Objetivos esperados com o teatro científico em nossa estratégia	57
Quadro 5: Questionário de conhecimentos prévios	58
Quadro 6: Questionário Final	87
Quadro 7: Sequencia das atividades aplicadas no produto	91
Quadro 8: Questionário de conhecimentos prévios.....	96
Quadro 9: Construção de Textos do Teatro.....	101
Quadro 10: Questões sobre o vídeo O contato.....	103
Quadro 11: Construção de Textos do Teatro.....	105
Quadro 12: Construção de Textos do Teatro.....	108
Quadro 13: Construção Programação de rádio.....	116
Quadro 14: Construção de Textos do Teatro.....	120
Quadro 15: Questionário Final	123
Quadro 16: Categorização das questões por temas	127
Quadro 17: Categorização do tema Radiação	129
Quadro 18: Categorização do tema luz.	132
Quadro 19: Categorização das tecnologias com relatividade.....	134
Quadro 20: Categorização Relação Social	137
Quadro 21: Roteiro Final dos Textos do Teatro.....	139

LISTA DE SIGLAS

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

LDB – Lei de Diretrizes e Bases

MEC - Ministério da Educação

MNPEF – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio

PCN's – Parâmetros Curriculares Nacionais

PNLD – Parâmetros Nacionais do Livro Didático

PNLEM - Parâmetros Nacionais do Livro do Ensino Médio

RJ – Rio de Janeiro

SEEDUC-RJ – Secretaria Estadual de Educação do Estado Rio de Janeiro

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1	A Teoria de Vygotsky e a importância da linguagem e arte	18
2.2	História da Ciência	21
2.3	Teatro Científico.....	24
2.4	Eletromagnetismo.....	29
2.4.1	A Origem das Equações de Maxwell.....	32
2.4.2	Ondas Eletromagnética.....	34
2.4.3	Propagação e Energia Eletromagnética.....	39
3	METODOLOGIA	42
3.1	Pesquisa Qualitativa	42
3.2	Contexto da Pesquisa.....	49
3.3	Estratégias para a inserção do Teatro na sala de Aula	49
3.4	Avaliação e elementos de coleta e análise de dados	51
4	DESCRIÇÃO DO PRODUTO.....	54
5	DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO.....	91
6	ANÁLISE DOS RESULTADOS	127
6.1	Seleção dos temas dos questionários.....	127
6.1.1	Análise dos questionários e questões.....	129
6.2	Análise dos textos teatrais	139
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	145
	BIBLIOGRAFIA.....	147
	APÊNDICE	153
	Apêndice Produto Educacional	154

1 INTRODUÇÃO

A Física é a tentativa de descrever a natureza de forma racional e pelo fato de ser uma descrição da natureza é uma ciência presente no cotidiano das pessoas. A maior dificuldade dos alunos em aprender a disciplina física é relacionar o que está sendo estudado em sala de aula com o seu dia-a-dia. No ensino de física é utilizada a matemática na tentativa de descrever a natureza de forma racional e isso introduz vários complicadores, desmotivando e, dessa forma, dificultando a aprendizagem. Apesar de ser necessária a matemática no ensino de física, o uso de ferramentas educacionais adicionais, facilita o entendimento do aluno e melhora o desenvolvimento de todo o processo de ensino e de aprendizagem (MOURA; TEIXEIRA, 2010).

O ensino de Ciências, principalmente disciplinas como química e física, tem uma grande resistência a mudanças na sua forma de ser ensinada, usando sempre os mesmos métodos ao longo dos anos.

O avanço tecnológico e cultural que o mundo tem passado possibilitou novos meios de comunicação e expressão que transformou o acesso à informação muito dinâmica e abundante. Dessa forma, o estudante tem contato com diversas formas de conhecimento além do que se aprende na escola.

Com esses argumentos, pode se constatar que o desinteresse dos alunos vem não só da linguagem rebuscada da ciência, mas também do conhecimento fora extraescolar estar disponível de uma forma mais rápida e abundante transformando as informações adquiridas no meio escolar secundárias, formais, demorando anos para serem compreendidas levando a um desinteresse cada vez maior em estudá-las (MOURA; TEIXEIRA, 2010).

A inserção de estratégias educativas que aliem arte e a ciência gera no ensino de ciências e áreas afins inovações, tanto no ambiente formal como o não-formal. Ainda existe resistência no trabalho interdisciplinar entre a ciência e a arte, consideradas áreas opostas uma as outras. Entretanto, inúmeros são os casos que, ao longo da história, ignoram essa separação. Esse trabalho interdisciplinar prepara o aluno de forma sólida, possibilitando o sucesso em sua realidade (BARRETO; PORTO; FERNANDEZ, 2007).

O educando alcança um rendimento muito maior quando se interessa pelo conteúdo que está sendo proposto, para que isso ocorra é preciso que este corresponda às necessidades e anseios dos alunos. O conteúdo ensinado só terá sentido quando for abordado de forma interdisciplinar entre as diversas disciplinas na escola e fornecer explicações ou indagações

para fatos do mundo que os cerca. A Física precisa estar relacionada a outras disciplinas e a realidade do aluno (MORIN, 2007).

Cabe ao professor mediar atividades e a partir delas desenvolver práticas educativas que sejam capazes de aproximar o aluno do ambiente escolar. Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - PCNEM- propõe um investimento em novas estratégias de ensino que aperfeiçoem a aprendizagem (BRASIL, 2006).

No campo da educação é necessário introduzir novas estratégias de ensino como forma de incentivar os alunos da educação básica no estudo da física, associando o que aprendem na escola com o cotidiano em que vivem fora dos muros escolares. Relacionar a arte ao cotidiano e a outras disciplinas torna o ensino mais atrativo (MOURA; TEIXEIRA, 2010).

A utilização do teatro na escola busca transformar o ambiente escolar em um local onde aprendizagem ocorra de forma dinâmica e interativa entre aluno e professor. A utilização da arte no ensino de física, utilizando o teatro, tem sido um elemento motivador promovendo a integração entre as disciplinas científicas e as ciências humanas e sociais (MEDINA; BRAGA, 2010; REIS; GUERRA; BRAGA, 2016).

O teatro é um instrumento de comunicação que possui um importante papel na formação da opinião pública, além disto, no caso do ensino de física, há variados assuntos que podem ser representados. Segundo Palma (2006) o palco pode possibilitar o aumento de interesse dos alunos, levando-os à análise e ao questionamento sobre a natureza da ciência, além desses fatos levantados pode-se incluir o fato deste ser um veículo para transmitir novos conhecimentos. Desta forma, além de ser uma agradável ferramenta científica, pois possibilita atrair o público para assunto científico de forma prazerosa, sem a excessiva preocupação com a parte pedagógica, introduza parte humanística da ciência de forma simples e lúdica.

Segundo Silveira e colaboradores (2009) o teatro estimula através da comunicação e da socialização entre os alunos em classe o interesse pela aprendizagem, de forma que diferentes assuntos podem ser representados de diferentes formas e como atividade lúdica, promove a reflexão sobre os conhecimentos adquiridos previamente.

Por todos esses motivos chega-se a mesma conclusão que Roque (2007) que o teatro pode ser considerado como um instrumento de ensino que desperta no aluno o desejo pelo conhecimento, pode ser também um complemento para a educação básica que pode auxiliar o professor no processo ensino e aprendizagem de forma dinâmica. É nesse sentido que a sua prática pode oferecer oportunidades para a construção de um processo pedagógico mais amplo devido ao relacionamento entre ciência e arte.

Barbacci (2002) relata que o teatro pode ser usado como apoio pedagógico na transmissão de conceitos científicos da ciência. As peças utilizam a ciência como metáfora utilizando nome de cientistas anônimos como pessoas conhecidas.

Segundo as diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio (DCNEM), o teatro desenvolve a capacidade de abstração, de pensar em várias alternativas para solucionar um só problema, capacidade de trabalhar em equipe, de aceitar e reconhecer as críticas que são importantes para o crescimento intelectual (MONTENEGRO et al., 2005).

Vygotsky aborda em suas teorias a importância da interação social em sala de aula entre aluno-aluno e aluno-professor, proporcionando um ambiente de interação, possibilitando ao professor atuar na Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) (URZETTA, 2010).

Com base em todos esses argumentos a favor do uso do teatro como uma ferramenta facilitadora da aprendizagem é que surge a pergunta: **“Como usar o teatro aliado a história da ciência como uma ferramenta para auxiliar ao entendimento das aplicações das ondas eletromagnéticas?”**

O objetivo deste trabalho é elaborar uma sequência didática usando o teatro aliado a história da ciência para ensinar as aplicações das ondas eletromagnéticas. Os objetivos específicos são: aplicar a sequência didática em uma turma de terceiro ano do Ensino Médio em uma escola pública; possibilitar o contato dos alunos com ensino dinâmico abordando conceitos do eletromagnetismo e ondas eletromagnéticas, via história da ciência, no teatro científico e a construção da peça teatral com o intuito de verificar se há indícios de aprendizagem.

Baseado nesta premissa pensou-se em fazer um teatro investigativo, onde a classe é dividida em grupos e cada grupo fica responsável pela produção de uma parte do problema que se quer resolver, que são situações reais. Essas situações são escolhidas seguindo as necessidades que ocorreram na história da ciência, podendo progredir até os dias de hoje e serão preparadas para exercitar os conteúdos aprendidos em sala de aula. Desta forma, pretende-se criar um material paradidático com os conteúdos, a história da vida e obra de cientistas-inventores, de forma a dar suporte à produção do roteiro da peça teatral já durante as aulas.

A ideia com essa estratégia é que o uso do teatro no ambiente escolar possibilite que os jovens encontrem seu lugar, se sintam importantes, reconhecidos, independente do seu desenvolvimento escolar, possibilitando que os mesmos entrem efetivamente em contato com o conteúdo da física presente em sala de aula, usando tais conceitos em forma de encenação para resolver problemas reais. O teatro ensina a ter disciplina, organização e mostra a

importância do trabalho em equipe, possibilita a consciência que o sucesso do projeto depende do sucesso do trabalho em equipe, nesse caso, dentro do grupo e entre os grupos, já que nenhum grupo é responsável pelo problema completo. Agindo desta forma, o desenvolvimento pessoal passa a ocorrer, a partir, do senso crítico e o exercício da cidadania (MONTENEGRO et al., 2005).

Quanto à metodologia da pesquisa, a investigação é de natureza qualitativa. Os instrumentos para a coleta de dados serão as observações do docente, o questionário prévio, as atividades realizadas pelos alunos ao longo do processo e uma peça teatral sobre Tesla X Marconi: A controvérsia na História da Ciência. A sequência didática será realizada em uma turma de terceiro ano do Ensino Médio do Colégio Estadual José Cardoso, localizado no distrito de Ipituna, Município de São Sebastião do Alto, o qual o pesquisador é professor efetivo. A escolha da turma é em virtude do Currículo Mínimo do Estado do Rio de Janeiro (RIO DE JANEIRO, 2012) abordar o conteúdo “Ondas eletromagnéticas” no terceiro bimestre na última série da Educação Básica.

A dissertação é composta por sete capítulos. O capítulo 1 é a presente introdução, que mostra o quadro atual do ensino de física na escola e a necessidade da adoção de novas estratégias, entre elas a arte, em particular o teatro inserindo a história da ciência.

O capítulo 2 é a fundamentação teórica que aborda a Teoria de Vygotsky e sua interação com a linguagem da arte no ensino, aborda a importância da interação do conteúdo estudado em sala de aula ao contexto extra-escolar principalmente relacionado ao cotidiano do aluno. A história da ciência que mostra a importância dos conceitos históricos para o enriquecimento da aprendizagem do aluno em sala de aula que compreenderá a origem do que utilizamos nos dias atuais de forma divertida e interessante para o aluno. O estudo sobre Teatro Científico mostra o papel do teatro é levar o aluno a refletir sobre o que está sendo estudado no aspecto histórico, científico relacionando aos dias atuais. Para finalizar parte do referencial teórico é abordado o conteúdo sobre Ondas Eletromagnéticas no contexto da física de nível superior.

O capítulo 3 é a Metodologia que mostra que a pesquisa é de âmbito qualitativo e o contexto da pesquisa será ensinado o conteúdo de física sobre ondas eletromagnéticas abordando a história do rádio utilizando o teatro como um recurso didático para atrair o interesse do aluno pelo assunto. Será aplicada uma nova proposta didática no ensino de física respeitando a realidade da escola e dos alunos. Uma abordagem de como os dados que serão coletados serão analisados.

O capítulo 4 trás toda a descrição do produto, mostrando todas as atividades que serão realizadas para introduzir uma nova metodologia para ensinar Ondas eletromagnéticas em

uma turma de terceiro ano do Ensino Médio abordando a história do rádio. No capítulo 5, a descrição da aplicação da proposta em sala de aula.

O capítulo 6 é dedicado a uma análise dos dados sob a referência dos aportes teóricos da pesquisa. A seguir, aparecem as considerações finais no capítulo 7.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo aborda os referenciais teóricos que servem de suporte para a presente pesquisa. O capítulo é estruturado pelas seguintes seções: 2.1 A Teoria de Vygotsky e a importância da linguagem e arte; 2.2 História da Ciência; 2.3 Teatro Científico; 2.4 Eletromagnetismo.

2.1 A Teoria de Vygotsky e a importância da linguagem e arte

Uma das características da teoria de Vygotsky é a relação que aborda entre o pensamento e a linguagem, entre o desenvolvimento e aprendizagem que precisam estar interligados dentro do contexto escolar e extra-escolar, papel da ligação entre as diferentes culturas no desenvolvimento das funções psíquicas e a psicologia da arte. Todos integrados nos processos mentais como neurológico, psicológico, lingüístico e mental.

As características humanas são resultadas da relação entre o ser humano e o meio social e cultural que o indivíduo atua. Essa relação provoca alteração no meio onde vive para atender suas necessidades como em si mesmo. Quando o meio é modificado pelo homem essa modificação influencia no comportamento futuro (LURIA; VIGOTSKI; LEONTIEV, 1992, p. 60).

O homem se relaciona com o mundo, por meio, de ferramentas que ele mesmo cria como instrumentos e signos fornecidos pela cultura em que está inserido. Para Vygotsky a linguagem tem papel de destaque no pensamento, considerado como signo mediador elaborado pela cultura humana.

Os processos psicológicos devem ser conservados pela análise psicológica, o estudo da história social mostra a necessidade do estudo das mudanças que ocorrem no desenvolvimento mental, a partir do contexto social que está inserido. Ampliando o contexto social que vai nortear o desenvolvimento do aluno.

Os elementos mediadores significaram um salto de evolução na espécie humana, embora os instrumentos e os signos sejam diferentes estão ligados no desenvolvimento humano. De acordo com Marx, o homem possui habilidades e funções específicas de acordo com os resultados do trabalho provocando sua transformação e da natureza (MARX, 1972).

Os signos têm a função de auxiliar o homem em suas atividades psíquicas, internas do indivíduo, dessa forma pode controlar a capacidade de atenção, memória e o acúmulo de informação controlado-as de forma voluntária.

A linguagem é um sistema utilizado pelos grupos humanos que organiza os signos e atua na formação das características psicológicas humanas garantindo essa comunicação entre os diferentes grupos culturais possibilitando a troca de informações, já que a cultura não é algo pronto, mas é construído, a partir dessa interação possibilitando o desenvolvimento humano (OLIVEIRA, 1993, p.38).

Para Vygotsky o fator biológico tem influência somente no início da vida. Aos poucos o ambiente cultural onde está inserido coordena o comportamento, o desenvolvimento do pensamento e de suas ações. Não vê o indivíduo como um receptáculo vazio, mas como um ser organizador que interage com o mundo sendo capaz de renovar sua própria cultura.

Os aspectos biológicos não são ignorados por Vygotsky, mas considera a maior importância aos aspectos sociais, a partir dessa interação possibilita o desenvolvimento psicológico e a própria aprendizagem que se desenvolverá a partir do meio cultural onde está inserido possibilitando seu desenvolvimento (VYGOTSKY, 1984, p.99).

O homem está inserido na natureza e se diferencia dela por ser capaz de se transformar de acordo com suas necessidades, criando condições para sua existência e produzindo seu caráter social e sua história o que possibilita ser um ser em construção desde um espaço social há um tempo histórico.

Vygotsky expressa a real importância que a escola possui no desenvolvimento do indivíduo. Relata a preocupação sobre sua real função, um ensino baseado apenas na verbalização é infrutífero, possibilita a necessidade de inserir nas escolas uma aprendizagem baseada na informação e experiência onde aprendizagem realmente ocorrerá.

Para Davidov (1988, p. 3), a escola deve possibilitar uma aprendizagem onde o aluno trabalhe seu intelectual e tenha condição de assimilar o que está aprendendo, ensinando a pensar e a utilizar o que está sendo aprendido. Esse é o papel da escola frente as exigências da atual sociedade onde o aluno está inserido.

A interação social é condição necessária para o bom desenvolvimento do aluno e deve fazer parte do cotidiano escolar e cabe ao professor promovê-lo em sala de aula. Essa forma de atuação promoverá o desenvolvimento ativo que interage ao que é colocado e apresentado.

Para Vygotsky, o professor deixa de ser um agente exclusivo dono de informação e formação e passa a ser um mediador seu papel é de extrema importância no ambiente escolar, mas a interação entre os alunos essa troca de saber promove o avanço no desenvolvimento individual tornando o ensino mais atrativo.

Vygotsky aponta para a necessidade da criação de uma escola diferenciada onde as pessoas possam dialogar questionar, discutir e compartilhar saberes, criar um espaço de

transformação para todos que ali estão inseridos onde o conhecimento será construído, a partir do acesso a novas informações.

Para Vygotsky o intelecto não se separa do afeto, exercem influência recíproca ao longo da história de vida do indivíduo são os desejos, necessidades, impulsos e interesses do indivíduo que dão origem ao pensamento.

A educação não pode se alimentar apenas de seus princípios é uma prática educacional que tem intervenção social, não é uma ciência isolada, mas é influenciada por questões sociais, políticas e psicológicas (SEVERINO, 1991, p. 36).

A arte contagia os personagens inseridos no meio, expressando uma variedade de sentimentos entre o medo e a alegria contagiando entre parte biológica e cultural, construído, por meio do trabalho e da atividade (VYGOTSKY, 1999).

Para Vygotsky (1993) objeto de estudo deve ser de acordo com o interesse e o estímulo desenvolvido pelo professor orientando o aluno no desenvolver das atividades, mas as escolhas são individuais para que o aluno consiga desempenhar suas atividades sozinhas.

Para Vygotsky a arte recria a realidade material e transforma o sujeito, refletindo como um objeto cultural elabora técnicas construídas de forma social, mas mesmo que estejam sozinhos os sentimentos são materializados externamente utilizando recursos fixados em objetos externos da arte.

A arte é medidor cultural entre indivíduo e o gênero humano. A arte contribui para o sentimentalismo deixando o homem livre dos instintos e necessidades imediatas, humanizando na relação dos sentidos ao desenvolvimento dos sentimentos (MARX, 2013). O aspecto criativo humano está relacionado a uma vivência em comum que deve ser superada na parte individual (PRESTES, 2010, p.117).

Aproximação entre arte e ciência é algo histórico que ocorreu na obra de Leonardo da Vinci. De acordo com Ferreira (2008) Leonardo, foi o criador da arte, o descobridor da ciência e inventor da tecnologia conseguindo integrá-las, para que ambas possam interagir e sejam entendidas de forma completa uma visão representada através da pintura.

A partir do século XXI foi aprofundado o diálogo entre a ciência e arte (WILSON, 2002). No âmbito da Educação e Ciência existe uma dificuldade de propor essa interdisciplinaridade na educação. Essa dificuldade está em âmbito epistêmico, falta de material e formação inadequada dos professores confundindo a educação a uma instrução.

Segundo Vygotsky (2001), a expressão artística é uma necessidade do ser humano, inicialmente o sentimento é individual, tornando-se social com o passar do tempo. A arte é

uma espécie de sentimento prolongado na sociedade ou uma técnica de sentimentos que surge como o mais forte instrumento na luta pela existência.

A arte é social, mas seu efeito se processa de forma isolada no indivíduo, o que não significa que suas raízes e essência sejam individuais. O social existe até onde há apenas um homem e suas emoções pessoais, por isto, quando a arte realiza a catarse, ou seja, o elo entre o indivíduo e sua consciência social, o efeito será social (VYGOTSKI, 2001, p. 315).

A arte é o centro de todos os processos biológicos e sociais do indivíduo na sociedade tornando a essência para o equilíbrio entre o ser humano e o mundo nos momentos mais críticos e importantes da vida (VYGOTSKI, 2001, p. 329).

2.2 História da Ciência

Na educação é importante desenvolver atividades amplas, impedindo que se confunda a reprodução dos fatos com aprendizagem de conceitos. Os docentes conseguem fornecer elemento para análise (COLL et al., 1998).

Toda atividade humana possui um significado cultural que pode ser entendido pela sociedade. A História da Ciência estuda, por meio das práticas científicas, como as redes de comunicação da tecnologia contribuem para a construção do conhecimento científico (PIMENTEL, 2010).

Para Moura e Guerra (2016) a ciência, a partir das práticas científicas sofre mudanças ao longo do tempo que pode ser compreendida, a partir da História da Ciência. Essas práticas não são apenas experimentos ou atividade laboral, mas relaciona ao local e tempo que se insere. A ciência dialoga com as manifestações culturais já que faz parte da própria cultura deferindo nos tempos (PIMENTEL, 2010).

A história da ciência tem sido indicada para fornecer os subsídios para discussões sobre suas diferentes áreas possibilitando a mobilização da construção de textos didáticos nos aspectos pedagógicos e epistemológicos (SAITO; DIAS, 2013).

Busca qualidade pedagogia nos textos para o ensino de ciência para estimular a curiosidade e o interesse do aluno. A chave para o sucesso é o professor que passa de mero observador para ativista dessas potencialidades (ARCANJO FILHO, 2011, p. 16).

A história da ciência insiste que os professores dialoguem com os aspectos culturais que envolvem as expectativas dos alunos em relação ao conteúdo de física (HOTTECKE; SILVA, 2011). A história da ciência, inserida no contexto escolar pode contribuir para a humanização e motivação dos alunos promovendo uma reflexão sobre o papel da ciência na

sociedade contemporânea e na construção do conhecimento científico (MATTHEWS, 1995; MARTINS, 2007; FORATO, 2009). O tradicionalismo aborda que o conhecimento científico para os estudantes tem que ser memorizado mostrando as verdades sobre a natureza não cabe debate e discussões em grupos (HOTTECH; SILVA, 2011).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) orientam para as seguintes habilidades e competências, como reconhecer a Física enquanto construção humana, aspectos de sua história e relações com o contexto cultural, social, político e econômico. Estabelecer relações entre o conhecimento físico e outras formas de expressão da cultura humana. Ser capaz de emitir juízos de valor em relação a situações sociais que envolvam aspectos físicos e/ou tecnológicos relevantes (BRASIL, 2002a, p. 27).

Para Costa (2014), a História da Ciência no Ensino de Ciências contribui de várias formas, tais como a interdisciplinaridade, formação de senso crítico para compreensão dos conceitos científicos; evidencia a transformação da ciência ao longo do tempo, humaniza os conteúdos e melhora a prática docente.

Nos últimos anos a teoria e a prática no ensino de ciências estão sendo enriquecidos através das informações levantadas da história e filosofia da ciência. As iniciativas são importantes considerando a crise que o ensino de ciências vive nos dias atuais que são mostrados pelos elevados índice de analfabetismo em ciência (MATTHEWS, 1988).

O ensino de ciência se desenvolveu sem nenhuma relação com a história da ciência, mas nos últimos anos está ocorrendo essa aproximação. A prática no ensino de ciência tem sido enriquecida com as informações da história e filosofia da ciência (MATTHEWS, 1995).

A iniciativa de introduzir a história da ciência na sala de aula possibilita o desenvolvimento de um pensamento crítico, tornando as aulas mais desafiadoras e reflexivas, contribui para o significado nas aulas de ciências das fórmulas e equações, compreensão do espaço que a ciência ocupa na vida social (MATTHEWS, 1995).

A crise no ensino de ciência ocorre devido à necessidade de aproximar a disciplina aos interesses pessoais, étnicos, culturais e políticos da comunidade onde está inserido. Tornar as aulas mais desafiadoras, reflexivas, desenvolver o pensamento crítico do aluno, inserir material científico dinâmico, para que o aluno não fique apenas decorando fórmulas que a princípio o significado é apenas passar nas provas e depois ser esquecido, investir no aperfeiçoamento do professor, para que tenham condições de introduzir aulas mais dinâmicas e autênticas (SCHULMAN, 1987).

O programa CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) representa uma abertura da contribuição histórico-filosófica no ensino de ciência. Os que defendem a inserção da história,

filosofia e sociologia no ensino de ciência advogam uma abordagem contextualista tanto no ensino em sala de aula como no treinamento de professores.

Os estudantes devem desenvolver seu conhecimento e entendimento sobre como o pensamento científico mudou através do tempo e como a natureza desse pensamento e sua utilização são afetados pelos contextos sociais, morais, espirituais e culturais em cujo seio se desenvolve (NCC, 1988, p 113).

Espera-se nessa inclusão que o aluno resolva questões intelectuais, que as perguntas a serem feitas, sejam respondidas com diversas respostas que são válidas e que podem ser sustentadas. Converter projetos apresentados nos currículo em realidade em sala de aula (SWIFT, 1988). Considera o que Mach disse que devemos ensinar menos para aprender mais (MACH, 1943, p. 366).

A investigação histórica do desenvolvimento da ciência é extremamente necessária a fim de que os princípios que guarda como tesouros não se tornem um sistema de preceitos apenas parcialmente compreendidos ou, o que é pior, um sistema de pré-conceitos. A investigação histórica não somente promove a compreensão daquilo que existe agora, mas também nos apresenta novas possibilidades. (MACH, 1943, p. 316).

De acordo com o artigo de Klein (1972), os professores de ciências especificamente o de física selecionam e usam material de física com outro propósito pedagógico.

Uma razão pela qual é difícil fazer-se com que a história da física atenda as necessidades do ensino da física é a diferença fundamental que há entre a perspectiva do físico e a do historiador. (...) É tão difícil imaginar-se a combinação da riqueza de complexidade do fato, por que anseia o historiador, com o simples corte agudo do fenômeno que a física procura. (KLEIN, 1972, p. 16)

Um dos filósofos que mais contribuiu para abertura do diálogo entre HFS e ensino de ciências foi Michael Martin (1972) em seu livro *Conceitos de Educação em Ciências*, fornece evidências da importância de utilizar a filosofia no ensino de ciências em seu aprimoramento tornando mais atrativo e dinâmico.

Muitos argumentam a importância que HFS deveriam fazer parte da formação do professor de ciência, promovendo um ensino de melhor qualidade contribuindo para desenvolvimento da capacidade profunda e crítica (MILHER, 1983). Um professor bem-sucedido é aquele que:

Conhece sua própria matéria (...) lê muito sobre outros ramos da ciência (...) sabe como ensinar (...) é capaz de expressar-se claramente (...) possui capacidade de manipulação (...) é criativo tanto nas aulas teóricas como nas práticas (...) possui raciocínio lógico (...) tem um quê de filósofo (...) tem certas qualidades de historiador que lhe permitem sentar-se com um grupo de rapazes para falar das equações pessoais, das vidas e da obra de gênios como Galileu, Newton, Faraday e Darwin (citado em Sherrant, 1983, p. 418)

Ennis, Feyrabend e Erickson (1979) listou algumas áreas que seriam beneficiadas se existisse uma maior atenção na relação da filosofia com ensino de ciências. O primeiro é o feminismo onde muitas mulheres não dão continuidade aos estudos de ciências, construtivismo, as questões éticas, questões metafísicas, a idealização da ciência matemática moderna e a racionalidade que une HFS ao ensino de ciência.

A relação entre a história e o ensino de ciência representa uma imagem mais rica da disciplina e seu sucesso depende da inserção da história, filosofia e a sociologia na formação dos futuros professores no ensino de ciência como dos que já atuam em capacitações.

A história da ciência contribui para (MATTHEWS, 1995):

1. Motivação atraindo os alunos para o assunto que está sendo trabalhado,
2. Humaniza o ambiente,
3. Promove uma melhor compreensão dos conceitos científicos,
4. Mostra que a ciência é mutável e instável sujeita a transformações;
- 5- Permitem uma profunda compreensão dos métodos científicos proporcionando mudança nas metodologias atuais (MATTHEWS, 1995).

2.3 Teatro Científico

O teatro é uma manifestação cultural muito forte, sua origem é da Grécia Antiga em meados do século VI a.C. Seu surgimento ocorreu com o intuito de homenagear o deus Dionísio, deus do vinho, em rituais sagrados como agradecimento pelas boas colheitas (OLIVEIRA; STOLTZ, 2010).

A palavra teatro, em sua origem grega theatron, significa o lugar de onde se vê e, para Aristóteles, o teatro permitia conhecer, além da superfície. Para o pensador grego, o teatro tinha a qualidade de ensinar às pessoas a enxergarem além do discurso, além das aparências, a ver o que estava encoberto, nas profundezas (OLIVEIRA; STOLTZ, 2010, p. 86).

Uma das maiores dificuldades no ensino é o professor assumir uma postura reflexiva, analisando sua própria prática ajustando para melhorar o trabalho em sala de aula. A peça teatral no conteúdo de Física estimula e aprimora o desempenho do aluno, ocasiona mudanças no conhecimento dos conceitos da física, no seu crescimento e na autoestima. (ASSIS; CARVALHO; DOBROWOLSKY, 2013).

A escola tem dificuldade de abordar a arte e a ciência, no aspecto interdisciplinar, apresentam aspectos positivos para simplificar a vida do aluno. Ambas trabalhando juntas apresentam influências positivas, a arte associada à parte lúdica enquanto a ciência associada à subsistência do ser humano (BRECHT, 1978).

Para Carvalho (1995) o educador deve investigar a sala de aula sempre relacionando o conteúdo a realidade dos alunos construindo o conhecimento científico. O teatro científico em sala de aula de forma dinâmica e lúdica estimula o aluno que se torna o ator principal de todo o processo. Esse segue uma linha construtivista incluindo a História da Ciência.

O teatro científico vem crescendo no cenário brasileiro, entre a ciência e a tecnologia nos aspectos conceituais (MOREIRA, 2013). O uso do teatro é abordado em duas vertentes como apoio didático na transmissão de conceitos científicos e a ciência interligando seus conteúdos ao teatro (BARBACI, 2002).

A didática do teatro é levar o público a refletir sobre um determinado problema, uma situação, por isso deve ser claro para levar a mudança de comportamento extraindo ensinamentos para a vida. É possível encontrar uma relação do teatro a temática científica no campo das artes cênicas (PAVIS, 2008, p. 386).

A arte assim como a ciência, fornece uma forma de ver o mundo sendo que o teatro preocupa com a emoção do espectador ao contrário da ciência que nos textos científicos não incluem a emoção da descoberta (GARDAIR; SCHALL, 2009).

As dificuldades analisadas são os obstáculos estruturais selecionados, detalhamentos dos aspectos históricos apresentados aos alunos, os obstáculos clássicos são a visão do professor e aluno, material didático inadequado e a falta de preparação do professor (FORATO, 2009).

A Arte e a Ciência parecem disciplinas completamente diferentes. Segundo Medina e Braga (2010) a arte é tida como entretenimento, criatividade e representação, onde não é necessário dar explicações. Já a Ciência é pura racionalização metódica, que explica a observação e torna válidas as teorias baseadas em fatos. Essa imagem coloca uma barreira entre essas duas atividades/disciplinas. Porém a história mostra que não é bem assim; muitos

são os casos em que esta barreira foi quebrada. Leonardo da Vinci afirmava que ciência e arte se complementam.

Os alunos têm sofrido uma profunda transformação mediante o uso do teatro no ensino de física.

Invistam no desenvolvimento do pensamento meta cognitivo, pois enquanto os processos formativos que envolvem os futuros professores que estão em serviço continuarem a limitar o processo do pensar sobre o conhecimento, a realidade, e o homem, a educação continuará também limitada uma ação reprodutora de conhecimento (AZEVEDO, 2005).

Apresentar atividades didáticas diversificadas, utilizando novas estratégias de ensino, possibilita ao aluno aprender de forma diferenciada e motivadora. A utilização da arte junto com o ensino de física proporciona inserir a expressão artística, possibilita o crescimento da autoestima, levando ao crescimento do Ego no caso do aluno, proporcionando seu ajustamento na escola (OLIVEIRA; ZANETIC; LUPETTI *et al.*, 2008).

O uso do teatro no ensino proporciona mudança na relação do professor-aluno, nas atitudes do aluno na escola, no conteúdo, proporciona mudança na autoestima, autoconhecimento (ASSIS; CARVALHO; DOBROWOLSKY, 2013).

Monteiro (2006) investigou autonomia e percebeu a interdependência que todos estão do outro. O uso do teatro possibilita o despertar do aluno na atitude crítica sobre tudo que está inserido em sua vida, desenvolver uma atitude crítica é um dos grandes desafios da educação nos dias atuais e dessa forma o ensino tornará mais atrativo (MARTINS *et al.*, 2008).

A arte está inserida entre a ciência e essa interação entre essas duas áreas existe para simplificar a vida do ser humano, a arte está associada aos aspectos lúdicos enquanto a ciência está ligada a subsistência material do homem (BRECHET, 1978). Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2002), destaca a importância de buscar novas formas de expressão do saber da física, como a escrita, expressão corporal e artística.

É didático todo teatro que visa instruir seu público, convidando-o a refletir sobre um problema, a entender uma situação ou adotar certa atitude moral ou política. Na medida em que o teatro geralmente não apresenta uma ação gratuita e privada de sentido, um elemento de didatismo acompanha necessariamente todo trabalho teatral. O que varia é a clareza e a força da mensagem, o desejo de mudar o público e de subordinar a arte a um desígnio ético ou ideológico (PAVIS, 2008, p. 386).

O teatro científico apresenta a proposta de fazer o público refletir e mudar seu comportamento, tornando essa à didática no ensino e dessa forma extrair do aluno elementos da sua vida que são importantes para evolução do crescimento na educação.

Pesquisas ressaltam sobre a importância da interação entre o teatro e a ciência já que ambas fornecem subsídios para um novo modo de ver o mundo incluindo as emoções oferecidas pelo trabalho conjunto entre a ciência e arte. Essa é a nova forma de divulgar ciência (GARDAIR; SCHALL, 2009).

Apesar do uso do teatro não defender que todas as áreas da ciência sejam trabalhadas dessa forma e que trabalho tradicional não seja mais usado em sala de aula, espera-se que ambas as estratégias se completam e possibilite maior receptividade dos alunos ao conteúdo (ZANETIC, 1989). A função da arte é mostrar que a vida mudou com a ciência e mudará ainda mais (PALMA, 2006).

O projeto de encenação de uma peça teatral exige a interação de vários saberes relacionados ao ambiente escolar às disciplinas escolares. É importante ressaltar que não basta fazer uma peça ressaltando apenas à ciência é preciso levar o tema para ser debatido em sala de aula, nos corredores escolares, incentivar ao questionamento sobre a natureza da ciência (MCCOMAS, 2008). O conteúdo de Física não nasce pronto, mas é formado por inúmeras discussões que levaram muito tempo por meio do trabalho de cientistas, tornando-se numa verdadeira instituição social (ZANETIC, 1989).

Pesquisas mostram que professores analisam a História da Ciência como uma disciplina a parte que exige um tempo maior de dedicação e não como uma estratégia didática (MARTINS, 2007). No caso da Física espera que verdades sejam apresentadas e não assuntos para serem debatidos em sala de aula.

A utilização do teatro científico como recurso aborda fatos da história relacionados à ciência permitindo uma maior interação entre os alunos, fornecendo elementos motivadores e facilitadores da aprendizagem (XAVIER, et. al., 2010). Essa prática não se restringe atividades experimentais, mas relaciona as características do local e tempo no qual está inserida (MOURA; GUERRA, 2016).

Diversos autores têm relatado a importância da linguagem teatral no ensino de Ciências para alfabetização científica do cidadão. O uso do teatro como estratégia para a divulgação científica na educação tem sido importante na atualidade abordando uma vertente pedagógica (MOREIRA, 2012).

O uso do teatro no ensino de ciência evidencia elementos para reflexão existencial, levando o aluno a questionar sobre sua existência, sua responsabilidade e a importância dos

fatos ocorridos muitos ainda desconhecidos. O teatro científico é uma estratégia artística que contribui para desenvolvimento do aluno em sala de aula (BIÃO, 2009).

O teatro científico não possui um único significado sua profundidade permite conhecer a ciência além de seus conceitos, experimentos e produto, mas em uma abordagem humanística. Possibilita conhecer os sentimentos, ações dos cientistas e a evolução das grandes descobertas científicas, ou seja, conhecer o papel do cientista na sociedade relacionado aos fatos históricos, ciência e a tecnologia (PAVIS, 2008, p.385).

Oliveira e Zanetic (2004) enfatizam que o teatro expõe situações que podem ser exploradas no ensino, nos aspectos sociais, políticos e tecnológicos, dando um ar mais humano a ciência.

De acordo com Silveira, Ataíde e Freire (2009), o teatro pode ser considerado um instrumento de ensino que desperta no aluno o desejo pelo conhecimento, transformando a visão do aluno da sala de aula em um espaço de prazer e encantamento. A parte lúdica de uma encenação proporciona aos alunos um momento de reflexão dos conhecimentos prévios.

A arte é um elemento fundamental para a vida e pode contribuir na construção de uma sociedade composta de cidadãos que saibam situar-se integralmente entre as suas dimensões afetivas e cognitivas (OLIVEIRA; STOLTZ, 2010, p.91).

A prática teatral leva o aluno à reflexão ao seu cotidiano desvinculando do memorismo construindo novos significados e referenciais para leitura do mundo onde está inserido (ARMILIATO; ARAÚJO, 2011, p. 134).

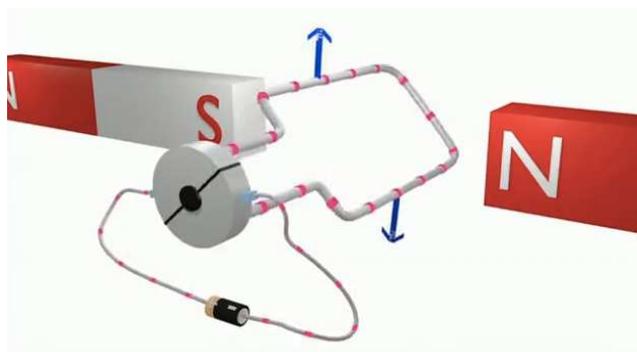
Cachapuz (2014) revela que Arte e Ciência podem aprimorar a qualidade da educação e ensinar junto aos professores a ideia de mudança, renovação. Ao pensarmos na interação Ciência e Arte, devemos considerar que o conhecimento científico está longe de ser noção consensual e tranquila (DEMO, 2010, p. 17) e, a ciência apresenta por si só um “tom teatral”, pois está impregnada de controvérsias, disputas, argumentação, dilemas e conflitos, elementos convenientes à produção teatral.

A arte traz um rigor pedagógico por estimular ações de interação social, apuro da percepção e motivação da criação. No âmbito do ensino de ciências, o teatro pode problematizar e comunicar múltiplas questões implicadas no desenvolvimento da sociedade, afastando-se do modelo tradicional de ensino, recolocando o sujeito como responsável pela sua própria aprendizagem, o que contribui para a constituição de novos significados ao processo de ensino e de aprendizagem (CANDA, 2010, p. 244).

2.4 Eletromagnetismo

O Eletromagnetismo foi inaugurado em 1820, pelo físico dinamarquês Hans Christian Oersted que descobriu que uma agulha magnética de uma bússola era desviada quando em presença de correntes elétricas. Esses experimentos possibilitaram ao cientista reconhecer que existia uma relação entre os fenômenos elétricos e magnéticos. Em 1821, motivado pelas ideias de Oersted o Físico Britânico Michael Faraday publicou um trabalho que chamou de “rotação eletromagnética” onde descrevia os princípios de funcionamento de um motor elétrico. Nesse experimento Faraday verificou que ao colocar uma bobina, em um dispositivo rotacional, onde passava uma corrente elétrica em presença de um campo magnético gerado por dois pólos de polaridade diferente de um ímã como mostra a figura 1.

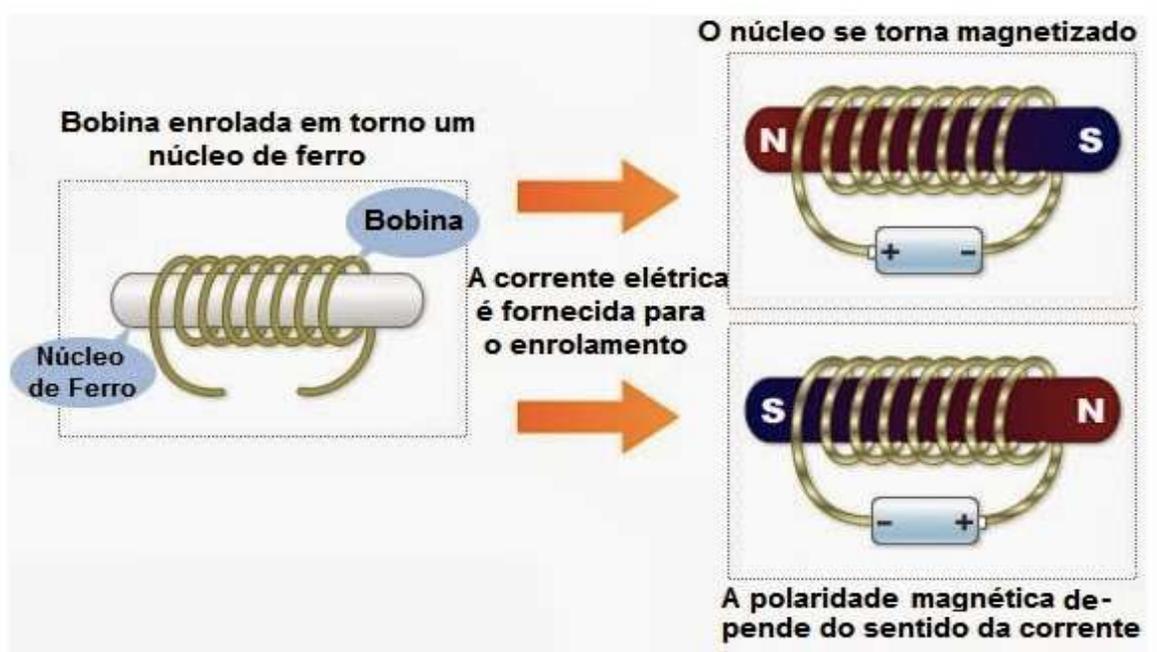
Figura 1: Motor eletromagnético



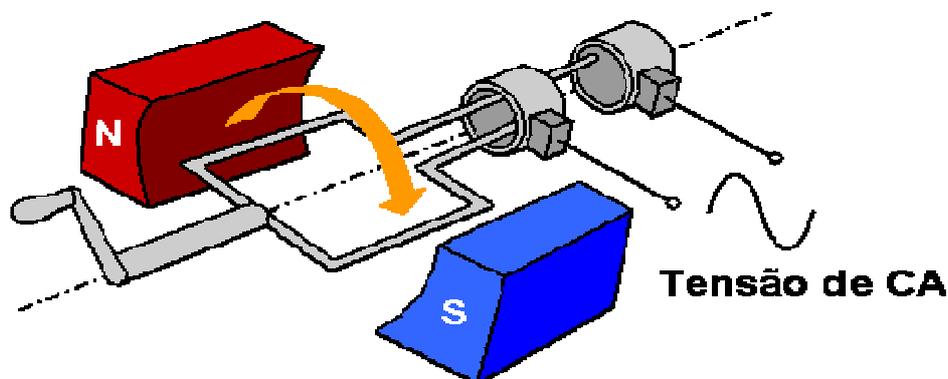
Fonte¹:

Em 1825, o sapateiro inglês William Sturgeon, nas horas vagas, baseou-se na descoberta de Oersted e constatou que um bastão de ferro envolvido por um fio condutor com uma corrente elétrica se transformava em um ímã. Uma visão didática deste experimento pode ser vista na figura 2.

¹ Disponível em: <https://gfycat.com/inexperiencedentiregrouse>

Figura 2: Criação de um EletroímãFonte²:

Foi então que o Físico Faraday, em 1831, descobriu a indução eletromagnética que possibilitou a criação de um gerador elétrico, como mostra a figura 3. Ou seja, o gerador elétrico produz energia elétrica a partir do movimento. A corrente produzida é alternada, pois a medida que giramos a manivela, o lado da bobina que está perto do polo norte do ímã inverte e passa a ficar próximo do polo sul do ímã, isso inverte a direção da corrente.

Figura 3: Gerador de corrente alternadaFonte³:

² Disponível em: <http://automoveiseletricos.blogspot.com/2013/12/maquinas-eletricas-de-imas-permanentes.html>

³ Disponível em: <http://www.sblok.com.br/gerador-de-corrente-alternada/>

http://macao.communications.museum/por/exhibition/secondfloor/moreinfo/2_4_1_acgenerator.html

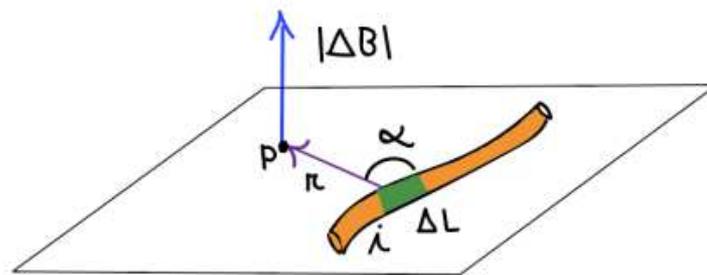
A força eletromotriz induzida é dada por:

$$E_{fem} = -N \frac{d\Phi}{dt}, \quad (1)$$

onde N é o número de espiras, Φ é o fluxo magnético, que é o campo magnético que atravessa uma seção transversal de área A . Na figura 3, o campo magnético sai de N , norte do ímã e entra no sul do ímã. Atravessando a área da espira.

Na magnetostática, Biot-Savart calcularam o campo magnético a partir de uma corrente estacionária. Esse é o ponto de partida para calcular o campo magnético. Como mostra na figura 4, a determinação da variação do campo magnético $\Delta \mathbf{B}$ no ponto P , devido á corrente elétrica de intensidade i no elemento ΔL de um condutor.

Figura 4: Lei de Biot-Savart



Fonte: O Autor.

Na figura 4, pode-se calcular a variação do campo magnético, que matematicamente é representado pela equação 2,

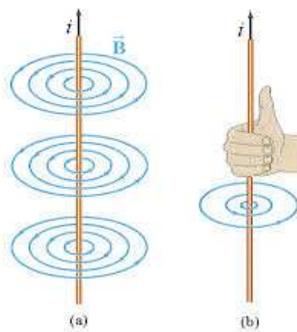
$$dB = \frac{\mu_0 i dL \operatorname{sen}\alpha}{4\pi r^2}, \quad (2)$$

em que $\mu_0/4\pi$ representa a constante de proporcionalidade, que depende do meio (no caso, o vácuo), onde μ_0 é a permeabilidade magnética do vácuo. Essa constante no sistema internacional vale $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ T. m/A.

2.4.1. A origem das equações de Maxwell

André Marie Ampère levou o eletromagnetismo a outro patamar descrevendo a matemática inserindo-a a um fenômeno eletrodinâmico de interação entre correntes e magnetos (POLITO, 2016).

Figura 5: A corrente elétrica gera um campo magnético rotacional



Fonte⁴:

Ampère generalizou a Lei de Biot-Savart nos dando:

$$\vec{\nabla} \times \vec{H} = \vec{J}; \quad (3)$$

$$\vec{\nabla} = (\partial_x, \partial_y, \partial_z). \quad (4)$$

O vetor campo magnético \mathbf{H} é dado em função do vetor indução magnética como: $\mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{H}$.

Os campos magnéticos podem ser produzidos de duas formas. A primeira forma é usar partículas eletricamente carregadas em movimento, como elétrons responsáveis pela corrente elétrica em um fio. Desta forma, uma corrente elétrica em uma bobina enrolada em um núcleo de ferro, faz com que o núcleo de ferro se torna um ímã. Esse dispositivo é chamado de eletro ímã.

Outra forma de produzir um campo magnético é usar partículas elementares, do mesmo modo como a massa e a carga elétrica (quando existe) são propriedades básicas. Em

⁴ Disponível em: <http://www.ensinoadistancia.pro.br/EaD/Fisica-4/Aulas/Aula-6/aula-6.html>

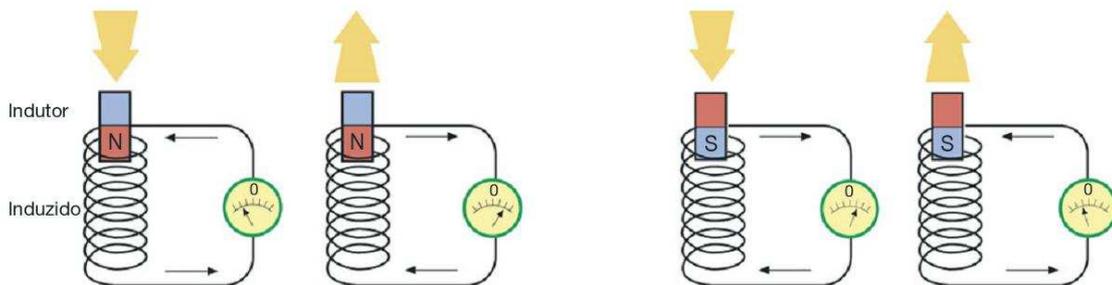
alguns materiais os campos magnéticos dos elétrons se somam para produzir um campo magnético no espaço que cerca o material, isso é um ímã permanente. Na maioria dos materiais os campos magnéticos dos elétrons se cancelam e o campo magnético em torno do material é nulo.

O termo introduzido por Maxwell, que completa a lei de Ampère, a variação do campo elétrico com o tempo com isso Maxwell descobre a onda eletromagnética que se propaga no vácuo sem a necessidade de um meio material. Desta forma a equação (3) fica:

$$\vec{\nabla} \times \vec{H} = \vec{J} - \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}. \quad (5)$$

Essa equação ficou conhecida como Lei de Amperé-Maxwell. Outra lei importante para o magnetismo foi a Lei de Faraday. Essa lei nos diz que a variação do campo magnético com o tempo é igual a um campo elétrico rotacional em um indutor. O sentido da corrente e o contrário do sentido da corrente gerada, conforme podemos ver em detalhes figura 6.

Figura 6: Lei de Faraday



Fonte⁵:

A equação que representa essa lei é dada por:

$$\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}. \quad (6)$$

O sinal de menos na equação (6) significa que a corrente gerada devido tem o sentido contrário da variação do campo magnético, como mostra a figura 6.

O campo elétrico é dado pela lei de Gauss:

⁵ Disponível em: <https://conhecimentocientifico.r7.com/lei-de-faraday/>

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{D} = \rho, \quad (7)$$

onde $\mathbf{D} = \epsilon_0 \mathbf{E}$ é o vetor deslocamento elétrico. A correspondente lei de Gauss para o Magnetismo é dada por:

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0. \quad (8)$$

As equações (5), (6), (7) e (8) são chamadas de Equações de Maxwell.

Desta forma, as leis que regem as do eletromagnetismo são descritas por quatro equações chamadas de equações de Maxwell, em homenagem a físico James Clark Maxwell que unificou todos os comportamentos do campo eletromagnético. Essas equações descrevem o comportamento dos campos elétrico \mathbf{E} magnético \mathbf{B} na matéria e no vácuo.

2.4.2. Ondas eletromagnéticas

Os campos formam \mathbf{E} o \mathbf{B} quando na ausência de suas fontes, ou seja, densidades de carga e corrente, formando uma onda eletromagnética. Exemplos de ondas eletromagnéticas são as ondas produzidas por emissoras de rádio e TV, osciladores de micro-ondas para fornos, radares, aparelhos de raio X e núcleos radioativos.

As ondas eletromagnéticas transportam energia e movimento linear. Em ondas eletromagnéticas senoidais, os campos \mathbf{E} o \mathbf{B} variam senoidalmente com o tempo e com posição, com uma dada frequência e um dado comprimento de onda. Os diversos tipos de ondas eletromagnéticas como a luz visível, rádio, raio X e outras ondas diferem entre si apenas pela frequência e pelo comprimento de onda.

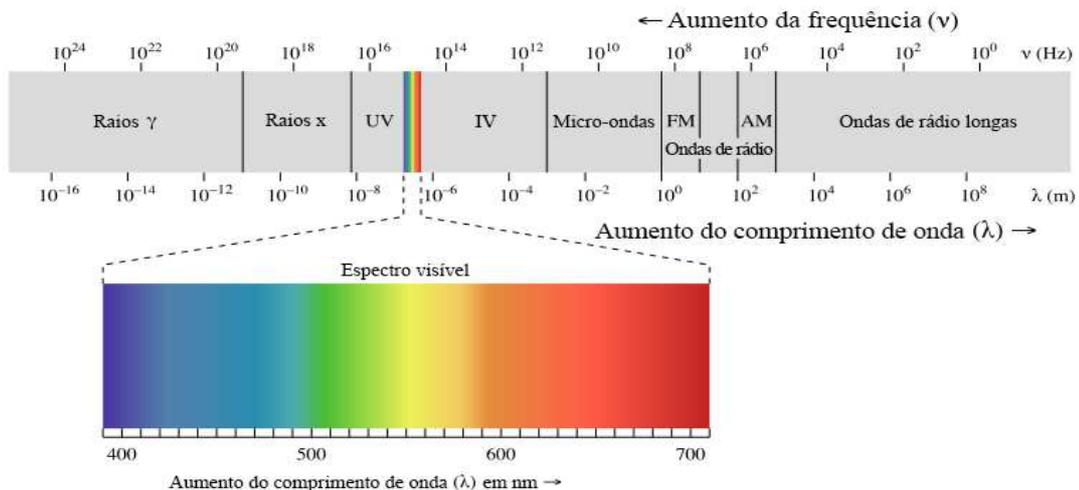
As ondas de uma corda ou do som se propagam em um fluido, enquanto as ondas eletromagnéticas não precisam de um meio material para se propagar, como a luz de uma estrela que vemos em uma noite clara viajou dezenas de anos-luz através do espaço aparentemente vazio.

Na era da informação em que vivemos a física das ondas eletromagnéticas está inserida em nossa vida, pois vivemos conectados pela televisão, internet, celular imersos em ondas eletromagnéticas, por causa da transmissão de rádio, televisão e telefone celular. Para compreender a física básica das ondas eletromagnéticas existem diversas formas que foram dadas o nome de arco-íris de Maxwell.

A grande contribuição de Maxwell foi mostrar que um raio luminoso é a propagação no espaço de campos elétricos e magnéticos, ou seja, ondas eletromagnéticas. Na época de Maxwell meados do século XIX, a luz visível, e os raios infravermelhos e ultravioletas eram as únicas ondas eletromagnéticas conhecidas. Heinrich Hertz, inspirado nas teorias de Maxwell, descobriu que as ondas de rádio são ondas eletromagnéticas que se propagam com a mesma velocidade da luz visível. Nossos corpos são atravessados por sinais de rádio, televisão, telefone celular, micro-ondas de aparelhos de radar que podem chegar até nós. Existem ondas eletromagnéticas proveniente nas lâmpadas, motores quentes dos automóveis, máquinas de raio X, relâmpagos e elementos radioativos provenientes do solo.

O sol, cujas radiações definem o meio ambiente, no qual as espécies evoluem, é a fonte predominante em nosso planeta. Seu espectro está registrado na figura 7.

Figura 7: Composição do espectro eletromagnético em função da frequência e comprimento de onda



Fonte⁶:

Algumas regiões do espectro são identificadas por nomes familiares, que aparecem no dia a dia, como raio X e micro-ondas, ondas de rádio e TV. Não importa onde se situa todas as ondas eletromagnéticas se propagam no espaço livre, ou seja, vácuo com a mesma velocidade da luz $c = 3 \times 10^8$ m/s.

A descoberta das ondas eletromagnéticas foi o resultado as próprias equações de Maxwell que podem. Sua forma pode ser encontrada facilmente por manipulação vetorial. Se

⁶Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/espectro-eletromagnetico/>

tirarmos o rotacional da lei de Amperé equação (5) e fizermos a conta longe de correntes e densidades de carga, obtemos a equação do campo magnético como:

$$\nabla^2 \vec{H} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{H}}{\partial t^2} = 0, \quad (9)$$

onde c é a velocidade da luz no vácuo. Fazendo o mesmo procedimento para o campo elétrico obtemos:

$$\nabla^2 \vec{E} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2} = 0. \quad (10)$$

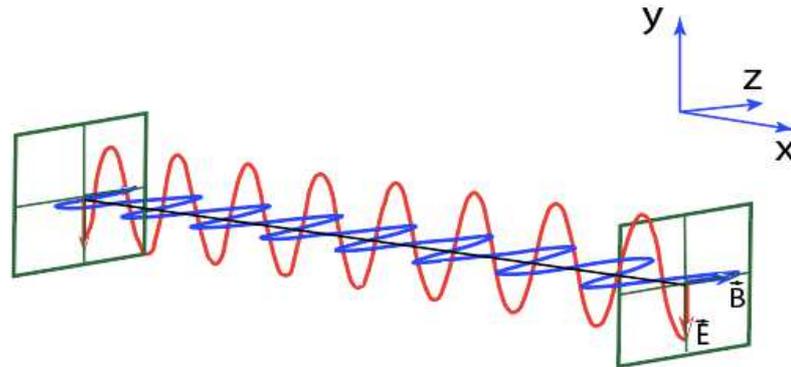
A solução dessas equações para ondas senoidais são dadas por:

$$\vec{E}(x, t) = -E_0 \text{sen}(kx - \omega t) \hat{j}; \quad (11)$$

$$\vec{B}(x, t) = B_0 \text{sen}(kx - \omega t) \hat{k}. \quad (12)$$

Algumas ondas eletromagnéticas senoidais são ondas planas, em cada instante os campos são uniformes sobre qualquer plano perpendicular a direção de propagação com velocidade c . As direções \mathbf{E} e \mathbf{B} são perpendiculares á direção de propagação da onda de modo que a onda é transversal, como mostra na figura 8.

Figura 8: Forma de uma onda eletromagnética se propagando no vácuo



Fonte: O Autor.

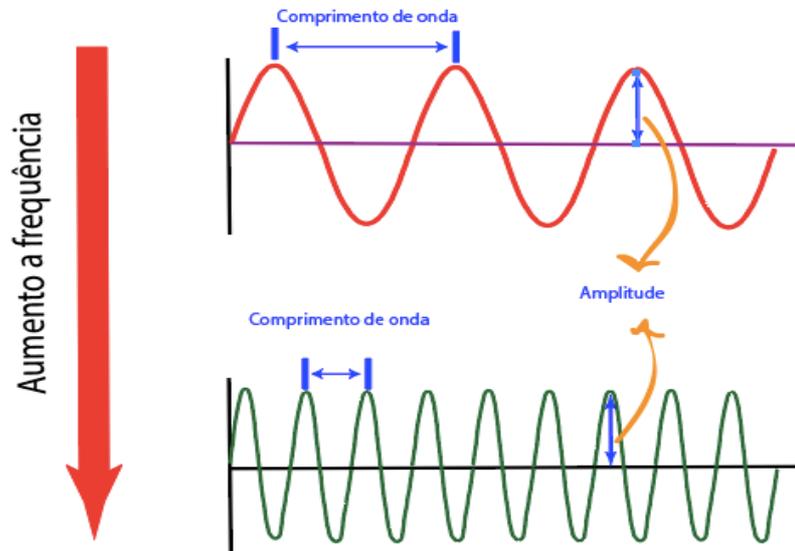
Ondas eletromagnéticas produzidas por uma carga puntiforme oscilando são exemplos de ondas senoidais que não são ondas planas. Se restringirmos nossa observação a uma região relativamente pequena e para pontos muito afastados da fonte, essas ondas podem ser consideradas planas. De modo análogo a superfície curva da Terra esférica parece ser plana para um observador no solo, porque o raio da Terra é muito maior do que o tamanho do observador.

A frequência f , comprimento de onda λ e a velocidade de propagação de onda c de qualquer onda periódica são relacionadas pela equação usual $c = \lambda f$. Quando a frequência f é a de uma linha de transmissão de 60 Hz, o comprimento de onda é dado por:

$$\lambda = c/f = 3 \times 10^8 \text{ m/s} / 60 \text{ Hz} = 5 \times 10^6 \text{ m} = 5000 \text{ km},$$

que é da ordem do raio da Terra. Para uma frequência de 10^8 Hz (100 MHz), típica de uma onda de rádio de FM, o comprimento de onda é $\lambda = 3 \times 10^8 \text{ m/s} / 10^8 \text{ Hz} = 3 \text{ m}$, uma distância moderada para abranger diversas ondas completas.

Os elementos de uma onda são:

Figura 9: Elementos de uma onda

Fonte: O Autor.

- ✓ O comprimento de onda, designado por λ : É a distância de um ponto da onda até outro que ainda não tenha sido repetido, como mostra a figura 1. Pode ser medido facilmente de crista a crista ou vale a vale da onda.
- ✓ A crista da onda é o ponto mais alto da onda e o vale o mais baixo da onda.
- ✓ A amplitude da onda pode ser medida, como na figura 2, no eixo das ordenadas e corresponde ao seu ponto mais alto, crista, ou seu ponto mais baixo, vale que em módulo se chama amplitude.
- ✓ Uma onda pode ser harmônica, neste caso podemos dizer que sua velocidade de propagação é constante, ou seja, $x = v t$, com $x_0=0$, x_0 sempre pode ser relacionado com 0, pois seja lá de onde ela parta pode ser sempre deslocada para 0, por ser periódica.
- ✓ A posição pode ser relacionada com o comprimento de onda quando $x = \lambda$ neste momento o tempo que passa para a onda voltar a se repetir é chamado de período T.
- ✓ Então podemos relacionar comprimento de onda com o período pela equação do movimento uniforme: $\lambda = v T$.
- ✓ Outro elemento de uma onda é a frequência f, que é o inverso do período, $f = 1/T$, desta forma temos que a velocidade da onda é $v = \lambda f$.

✓ A onda pode ser longitudinal ou transversal: Uma onda é chamada de longitudinal quando a direção de propagação é a mesma de oscilação e transversal quando a direção de propagação é perpendicular a direção de oscilação.

✓ Uma onda eletromagnética se propaga no vácuo com velocidade da luz, ou seja, $c = 3 \times 10^8$ m/s.

✓ O efeito Cherenkov ocorre quando partículas carregadas, como elétrons, movem-se em algum meio com velocidades superiores à velocidade da luz, no meio, e parte da sua energia cinética dissipada, por causa do contato com o meio, transformando-se em luz visível.

✓ O índice de refração do meio “n” é igual à velocidade da luz “c” no vácuo dividido pela velocidade da luz no meio “ c_{meio} ”, ou seja, $n = c/c_{\text{meio}}$.

2.4.3. Propagação e Energia eletromagnética

Uma onda eletromagnética transporta energia, por meio do vetor de Poynting, a medida que se propaga no espaço. Desta forma, por exemplo, os elétrons vibram na estrela e emitem onda eletromagnética que leva as informações da estrela ao laboratório na Terra. A energia potencial eletrostática do sistema de cargas que produzem campo elétrico pode ser descrita em termos de campos elétricos e magnéticos como:

$$U_E = \frac{1}{2} \int_V \vec{E} \cdot \vec{D} dV, \quad (13)$$

onde V é o volume. De maneira semelhante,

$$U_M = \frac{1}{2} \int_V \vec{H} \cdot \vec{B} dV, \quad (14)$$

a energia armazenada no campo magnético. Manipulando as equações de Maxwell mais uma vez podemos obter a equação da conservação da energia, dada por:

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{S} + \frac{\partial u}{\partial t} = -\vec{J} \cdot \vec{E}, \quad (15)$$

onde \vec{S} é o vetor de Poynting, que o fluxo de energia local por unidade de tempo, por unidade de área. Esse vetor é dado por:

$$\vec{S} = \vec{E} \times \vec{H}. \quad (16)$$

A densidade de energia dos campos elétricos e magnéticos é dada por :

$$u = \frac{1}{2}(\vec{E} \cdot \vec{D} + \vec{B} \cdot \vec{H}). \quad (17)$$

O termo $\mathbf{J} \cdot \mathbf{E}$ é o trabalho realizado pelo campo local sobre partículas carregadas por unidade de volume. Se o divergente do vetor de Poynting é zero a equação (15) expressará a conservação da energia local. A taxa de variação da energia do campo eletromagnético iguala com a dissipação de potência por unidade de volume em cada ponto. No caso quando estamos longe de correntes, como exemplo no vácuo, $\mathbf{J}=0$, e temos que a equação se reduz á:

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{S} + \frac{\partial u}{\partial t} = 0. \quad (18)$$

A equação (18) nos revela que o campo eletromagnético é capaz de transportar energia no espaço vazio, pois só depende dos campos elétricos e magnéticos que são capazes de se propagar no espaço e essa energia não é perdida. Por este motivo estas equações são importantes para o nosso estudo, pois mostra que a composição química de uma estrela, longe do laboratório que é na Terra, é capaz de ser analisada através das ondas eletromagnéticas vindas desses corpos celestes. Essas ondas carregam informações da estrela que gerou o campo, então é possível em analogia, o mesmo para transportar um sinal de radio, TV, radiação cósmica de fundo, entre outros. No produto, além das leis do eletromagnetismo que foi tratado neste referencial, também apresenta as diversas aplicações das equações de Maxwell no nosso cotidiano.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo são descritas algumas considerações a respeito da pesquisa, como a abordagem metodológica qualitativa, sujeitos e instrumentos de coleta dos dados.

3.1 Pesquisa Qualitativa

A partir dos anos sessenta ascendeu o interesse pelos problemas da educação, com isso a investigação qualitativa ganhou força contribuindo para a ampliação de pesquisas nessa área (ERICKSON, 1986). A investigação qualitativa possui 5 características como: é uma fonte direta de dados que aborda as características do ambiente natural em que está inserido o investigado; é descritiva e relatam todas as informações sobre o que aconteceu no momento da investigação, os investigadores interessam mais pelo processo do que pelos resultados; os dados são analisados de forma indutiva partindo do caso específico para o geral formando uma conclusão, seu significado é de vital importância nessa abordagem, ou seja, como as pessoas dão sentido a suas vidas, como um caso que está sendo investigado pode contribuir para proporcionar mudanças na vida da população de um modo geral (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

As questões da pesquisa qualitativa tem objetivo de investigar os fenômenos em toda a sua complexidade no seu contexto natural e não respondê-las. A medida que são realizadas as análises dos dados leva-se em consideração o comportamento, a partir, da perspectiva dos sujeitos da investigação. A fonte de dados para a pesquisa é o ambiente natural e o investigador o instrumento principal que analisa os materiais registrados e seu entendimento é o instrumento chave de análise.

Na investigação qualitativa os dados recolhidos podem ser palavras, imagens e não somementenúmeros, por isso é uma análise descritiva. Nessa investigação são recortados citações para substanciar os dados respeitando toda sua riqueza. Essa pesquisa exige que tudo que é analisado é importante e pode ser uma pista para esclarecer o objeto de estudo (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

Os investigadores qualitativos se interessam mais pelo processo do que pelos resultados ou produto. Os dados podem ser analisados de forma indutiva, ou seja, a medida que os dados particulares vão se agrupando são construídas abstrações. Um quadro vai ganhando forma, a partir da análise dos dados sendo o processo aberto inicialmente se fechando, a partir das análises dos dados (GLASER; STRAUSS, 1967).

Na pesquisa qualitativa o significado é muito importante, sendo rigorosos nos registros. O processo de condução da pesquisa estabelece um diálogo entre os investigadores e os sujeitos (OGBU, 1974). Essa pesquisa deve rever o que está sendo analisado e aprimorar o que foi produzido envolvendo todos os que estejam engajados em sua melhoria. É importante promover debates em todos os meios educacionais para o aprimoramento da pesquisa (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

3.2 Contexto da Pesquisa

O tema da Física abordado na presente pesquisa é contemplado no Currículo Mínimo da Secretaria Estadual de Educação do Rio de Janeiro de 2012 (RIO DE JANEIRO, 2012), no 3ª ano do Ensino Médio. Os tópicos que devem ser trabalhados durante todo o ano são: no primeiro bimestre devem ser trabalhados os conceitos de tensão, corrente, resistência elétrica, potência, no segundo bimestre conceito de magnetismo no ímã, magnetismo terrestre, no terceiro bimestre espectro eletromagnético, ondas e no quarto bimestre deve trabalhar os fenômenos ondulatórios, natureza da luz e o efeito fotoelétrico.

O Currículo Mínimo do Estado do Rio de Janeiro, busca fornecer meios para a progressão no trabalho, nos estudos posteriores, propondo uma formação comum indispensável ao exercício da cidadania. O currículo é ponto de partida, mas o professor é livre para introduzir o conteúdo, conceitos durante seu trabalho em sala de aula com o que achar apropriado para enriquecer seu trabalho proporcionando melhor aprendizagem do aluno.

De acordo com o Currículo Mínimo a Física no Ensino Médio deve preparar os estudantes a compreender o seu cotidiano e a sociedade em que está inserido propondo meios que levem o aluno a entender como essa disciplina ajudou a construir o mundo em que vivemos. Os conhecimentos científicos e tecnológicos estão presentes, integrando a existência humana nos lares, na geração de energia, na medicina, nos meios de transporte, no trabalho, nas comunicações, no lazer, dentre outros aspectos. A consequência mais visível é a transformação acelerada do espaço geográfico e social onde nos situamos e com o qual interagimos. A crescente presença da Física abre novos horizontes para tecnologia, mas é importante que o aluno conheça como tudo se originou analisando os passos que foram seguidos para chegar ao momento atual.

As habilidades e competências a serem desenvolvidas no 3^a bimestre do 3^a ano do ensino Médio, segundo o currículo Mínimo do Estado do Rio de Janeiro, são (RIO DE JANEIRO, 2012):

- ✓ Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos naturais ou sistemas tecnológicos.
- ✓ Reconhecer o olho humano como um receptor de ondas eletromagnéticas.
- ✓ Compreender os fenômenos relacionados à luz como fenômenos ondulatórios.
- ✓ Identificar a cor como uma característica das ondas luminosas.
- ✓ Compreender fenômenos naturais ou sistemas tecnológicos, identificando e relacionando as grandezas envolvidas.
- ✓ Diferenciar a natureza das ondas presentes em nosso cotidiano.
- ✓ Conhecer as características do espectro eletromagnético, reconhecendo as diferenças entre os tipos de ondas eletromagnéticas a partir de sua frequência.
- ✓ Compreender as propriedades das ondas e como elas explicam fenômenos presentes em nosso cotidiano.
- ✓ Compreender a importância dos fenômenos ondulatórios na vida moderna sobre vários aspectos, entre eles sua importância para a exploração espacial e na comunicação.

Assim como os documentos de orientação ao Ensino da Física do Estado do Rio de Janeiro, a proposta de Base Nacional Comum Curricular do Ministério da Educação (BRASIL, 2015) possui instruções que condizem com os preceitos da presente pesquisa. Possibilitar ao educando a compreensão da Física como saber social e construção humana.

A pesquisa será aplicada no Colégio Estadual José Cardoso de Moraes em Ipituna, distrito de São Sebastião do Alto, Rio de Janeiro, Rua Santa Luzia, nº 75 /Ipituna – 3º Distrito de São Sebastião do Alto– RJ, CEP: 28.557-000 turma de terceiro ano do Ensino Médio, composta de 19 alunos.

Figura 10: Faixada do Colégio Estadual José Cardoso de Moraes



Fonte: O Autor.

O Colégio Estadual José Cardoso de Moraes é uma escola compartilhada entre o estado e a prefeitura. No período diurno funcionam as turmas do 6^a ano ao 9^a ano do Ensino Fundamental II e o 1^a ao 3^a ano do Ensino Médio oferecido e de responsabilidade do governo do Estado do Rio de Janeiro. Na parte da tarde funciona o seguimento da educação infantil do 1^a ao 5^a ano do ensino Fundamental I esse oferecido pela prefeitura e de sua responsabilidade.

A maior parte dos alunos da escola mora na zona rural e trabalha na lavoura e/ou pecuária. A comunidade vive de forma simples, pois a maior parte não possui emprego e vivem da lavoura de quiabo, jiló, berinjela e tomate. Os alunos assim que saem da escola tem necessidade de ajudar os pais na lavoura como forma de ajudar no sustento familiar.

A instituição possui quadra esportiva, pátio amplo e salas espaçosas. No entanto, não possui laboratório de informática, falta manutenção na estrutura da unidade escolar, mão de obra adequada e investimento, causam a subutilização de diversos meios para motivar o aluno.

De acordo com os PCNs, a física deve ser apresentada como um conjunto específico de competência que ajuda a entender e a lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes no cotidiano do aluno de acordo com sua realidade. Para isso, é necessária uma linguagem própria para a física e o entendimento de construção da ciência ao longo da história da humanidade. No entanto, essas competências só fazem sentido para os alunos quando estão relacionadas à realidade dos jovens.

Então, foi feito uma análise de três livros, incluindo o livro adotado pela escola para o triênio 2018-2020, de como é colocado o conteúdo sobre ondas eletromagnéticas. Os três livros analisados constam no último guia de livros didáticos (PNLD-2017) no qual doze livros didáticos foram aprovados pelo Ministério da Educação (MEC) para serem utilizados em toda

rede pública do país. Os livros aprovados e que atualmente são adotados pelas escolas públicas no Brasil são listadas na tabela a seguir:

Quadro 1: Livros aprovados pelo MEC para a rede pública do país

LIVRO	AUTORES	EDITORA	ANO
Física	Guimarães, Piqueira e Carron	Ática 2º edição	2016
Compreendendo a Física	Alberto Gaspar	Ática 3º edição	2016
Física: contexto e aplicações	Antônio Máximo, Beatriz Alvarenga e Carla Guimarães	Scipione 2º edição	2016
Ser Protagonista	Adriana Benetti Marques Válio Ana Fukui Ana Paula Souza Nani BassamFerdinian Madson De Melo Molina Gladstone Alvarenga De Oliveira Venê	SM 3º edição	2016
Física para o Ensino Médio	Fuke Kazuhito	Saraiva 4º edição	2016
Física	Gualter Helou Newton	Saraiva 3º edição	2016
Física: Interação e Tecnologia	Aurélio Gonçalves Filho Carlos Toscano	LEYA 2º edição	2016
Física Aula por Aula	Benigno Barreto Claudio Xavier	FTD 3º edição	2016
Física	Bonjorno Casemiro Clinton Eduardo Prado	FTD 3º edição	2016
Física em Contextos	Alexander Pogibin Maurício Pietrocola Renata de Andrade Talita Raquel Romero	Editora do Brasil 1º edição	2016
Física: Ciência e Tecnologia	Carlos Magno A. Torres Nicolau Gilberto Ferraro Paulo Antonio de Toledo Soares Paulo Cesar Martins	Moderna 4º edição	2016
Conexões com a Física	BlaidiSant'anna Glorinha Martini Hugo Carneiro Reis Walter Spinelli	Moderna 3º edição	2016

Fonte: O Autor.

Livro 1: Oswaldo Guimarães, José Roberto Piqueira e Wilson Carron, Física 2, editora Ática, 2016.

Figura 11: Capa do Livro 1



Fonte: O Autor.

O livro é bastante ilustrativo, com várias questões resolvidas como exemplo para melhor entendimento do aluno, mas percebe-se ausência de questões de ENEM e a maior parte das questões abordam a parte do cálculo faltando questões discursivas que levem ao aluno a interagir o conteúdo ao seu cotidiano. O conteúdo de interesse é apresentado nos seguintes capítulos.

Capítulo 6: Ondas Mecânicas

- 1- Movimento Oscilatório
- 2- Propagação ondulatória
- 3- Reflexão, refração e difração de ondas
- 4- Interferência de ondas
- 5- Ondas estacionárias

Capítulo 7: Acústica

- 1- Sons, ultrassons e infrassons
- 2- Reverberação e eco

- 3- Intensidade, altura e timbre
- 4- Corda Vibrante
- 5- Tubos sonoros
- 6- Efeito Doppler

Capítulo 10: Sons, imagens e informação

- 1- Registros analógicos
- 2- Registros digitais

Livro 2: Carlos Magno A. Torres, Nicolau Gilberto Ferraro, Paulo Antonio de Toledo Soares, Paulo Cesar Martins Penteadado, editora Moderna, Física Ciência e Tecnologia 2.

Figura 12: Capa do Livro 2



Fonte: O Autor.

O livro é bastante ilustrativo, com vários exemplos, sugestões de atividades em grupo sobre o conteúdo, apresenta poucos exercícios sendo a maior parte deles o aluno dificilmente conseguirá resolver sozinho, não possui atividades com resolução como exemplo e não apresenta questões do ENEM.

Capítulo 5: Ondas

- 1- Ondas e Energia

- 2- Características de uma onda
- 3- Tipos de onda
- 4- Ondas estacionárias

Capítulo 6: Acústica

- 1- Ondas sonoras
- 2- Sons musicais

Livro 3: Adriana Benetti Marques Válio, Ana Fukui, Bassam Ferdinian, Madson de Melo Molina e Venerando Santiago de Oliveira.

Figura 13: Capa do Livro 3



Fonte: O Autor.

Capítulo 6: Oscilações e Ondas

- 1- Ondas e Energia
- 2- Características de uma onda
- 3- Tipos de onda

Capítulo 7: Acústica

- 1- Ondas sonoras
- 2- Sons musicais

O livro apresenta no início do capítulo um debate inicial para que o professor levante os conhecimentos prévios dos alunos e o leve a pensar sobre o conteúdo que será estudado, apresenta curiosidade do cotidiano relacionada ao conteúdo, exercícios com resolução, atividades para serem resolvidas. O livro possui muito conteúdo e pouca ilustração tornando cansativo para o aluno e não possui questões do ENEM.

Comparando as três obras analisadas, apesar de algumas diferenças, todas abordam o conteúdo de forma clássica, ou seja, com aula expositiva com um conteúdo longo, atividades baseadas sempre em cálculos sendo a maior parte deles o aluno dificilmente conseguiria resolver sozinho. Todos abordam o conteúdo sem trazer outras atividades que levem o discente a construir o conhecimento e levantar conclusões próprias a respeito do conteúdo que está sendo estudado. Observa que a história da Ciência não é abordada nos livros didáticos analisados baseando seu conteúdo em listas de exercício, uso de fórmulas.

Dessa forma, a sequência didática elaborada nessa pesquisa vem com o intuito de abordar o conteúdo de ondas eletromagnéticas de forma diferente, fazendo com que o aluno perceba a existência desse fenômeno no seu dia a dia e consiga explicá-lo, por meio de conhecimentos científicos que serão construídos pelo próprio aluno através das atividades com a mediação do professor.

3.3. Estratégias para a inserção do Teatro na sala de Aula

A estratégia utilizada para incentivar o estudante a liberar a sua mente criativa é além das aulas coletivas de conteúdo, mas sim ensinar os grupos a elaborar suas próprias histórias através da proposição de desafios que deverão ser resolvidos com ajuda da física. Neste sentido, foram elaboradas pistas teatrais para introduzir os temas de física a serem estudados. Desta forma, introduziu elementos do teatro, comum roteiro, figura 11, apresentando alguns gêneros possíveis de serem interpretados. Esse roteiro também terá entre outras, dicas de como começar a história, e a física necessária para se obter êxito nas tarefas que os personagens devem interpretar. A física é inserida na forma de problemas desafios. Desta forma a física é introduzida á medida que ela for necessária durante a trama.

Toda essa dinâmica será descrita no material que será cuidadosamente preparado para este fim contendo uma parte destinada ao aluno e uma parte destinada ao professor.

Figura 14: Produção do texto teatral mostrando sugestões para tipos de gêneros cinematográficos e como começar a história



Crie uma história, que vocês deverão interpretar ao final do bimestre, envolvendo as ondas eletromagnéticas e a Física envolvida.

Gênero da Peça Teatral								
Ficção Científica	Catástrofe	Comédia	Documentário	Espionagem	Policial	Guerra	Mistério	Aventura

Para começar a História								
Há muito tempo em uma galáxia distante ...	Tudo começou quando o céu ficou estranho então ...	Naquela bela tarde de sábado ...	Tesla X Marconi	A missão era roubar as plantas para a montagem de um rádio amador ...	Tudo começou quando, na academia de polícia o comissário recebe um telefonema ...	A missão era resgatar uns prisioneiros de guerra e descobrir os planos das tropas inimigas quando...	Tudo se passa na mansão do Dr. Thomas Edson quando, cientistas trabalhando no laboratório subterrâneo escutam uma explosão ...	Naquela manhã o caçador de antiguidades Henry Jackson teve a ideia de viajar para o ...

Fonte: O Autor.

Outra preocupação que foi considerada é que os grupos, a cada aula, aprendam a mesma física. Para que isso seja feito a física de cada história e aula, escolhida previamente pelos alunos, estará presente em todos os grupos. O que vai mudar é o contexto, o tipo de desafio e o enunciado de cada problema.

As aulas serão arquitetadas de forma a apresentar o olhar prático, necessário para que os estudantes usem os conceitos da física para resolver problemas exigidos pelos seus temas, enfatizando o aspecto funcional da física. A história da física foi introduzida como uma forma

de introduzir ideias de como os inventores e cientistas resolveu o mesmo problema na história. Os textos históricos foram introduzidos também em forma de histórias, para ajudar os alunos a se habituarem a criar o ambiente onde suas peças serão encenadas.

O papel do professor neste cenário é o de orientador propondo questões desafiadoras para seus alunos e estimulando-os a usar a física para resolver os desafios inerentes as suas peças. Todos estes desafios foram previamente elaborados, para serem usados na aula e ajudar o professor a realizar a orientação correta. As aulas coletivas serão apresentadas em certos momentos estabelecidas para possibilitar o avanço do estudante na peça teatral.

As atividades de sala de aula serão realizadas em grupos e ao final da intervenção os grupos devem se juntar com suas peças para criar situações dentro de uma peça maior envolvendo a história do rádio.

3.4. Avaliação e elementos de coleta e análise de dados

Neste contexto, como o objetivo é inserir elementos do cotidiano, que o aluno está imerso, em sala de aula, o estudante será submetido a atividades teatrais ao longo de todas as aulas. As avaliações também serão introduzidas em forma de situações do cotidiano, onde elas ocorrem, explorando a interpretação do conteúdo e criatividade na solução de tais situações usando o conteúdo de ondas eletromagnéticas, como já dito no item anterior. Durante essas atividades é que o conteúdo de Física é inserido e avaliado a cada novo desafio vivenciado pelos personagens. Para passar pelos desafios o aluno terá que analisar a situação e identificar a física envolvida. Tudo isso estará detalhado no material que o aluno receberá a cada aula.

Durante toda a aplicação do produto educacional serão consideradas as observações e anotações do comportamento da classe e do esforço comportamental e cognitivo de cada aluno.

Em cada etapa da sequência didática, serão coletadas as atividades que servirão de dados para análise dos resultados, como o questionário para análise dos conhecimentos prévios, vídeos ligados diretamente a peça teatral.

As questões do questionário prévio, questões de atividades realizadas em grupos e o questionário prévio serão analisados por meio da análise de conteúdo através de categorizações encontradas nas questões analisadas.

A categorização é a classificação de elementos que diferenciam em seguida, reagrupados segundo os gêneros, com critérios definidos previamente (BARDIN, 2016, p.147).

As categorias são classes que reúne grupo de elementos. O critério de categorização pode ser semântico (por temas), sintático (verbos), léxico (classifica as palavras segundo seu sentido), expressivo (perturbações da linguagem) (BARDIN, 2016, p.147).

O critério empregado e adaptado á realidade oferecida, impõe uma investigação do que cada um apresenta de comum, dessa forma os elementos são agrupados. A categorização é um processo do tipo estruturalista e possui duas etapas, o inventário que isola os elementos e a classificação que reparte os elementos. O primeiro objetivo da categorização é fornecer uma representação simples dos dados (BARDIN, 2016, p.148).

Na Inferência análise do conteúdo fornece informações adicionais ao leitor crítico. A mensagem deve dirigir ao objetivo de agir ou de adaptar a ele. A análise do conteúdo é um instrumento de indução para investigar as causas, variáveis inferidas, a partir dos efeitos, mas predizer, a partir dos fatores que não sejam conhecidos (BARDIN, 2016, p.169).

No décimo segundo encontro foi realizada uma apresentação do Teatro Científico sobre a física envolvida. O roteiro da peça que será encenada será elaborado pelos alunos no decorrer das aulas de acordo com os conhecimentos que os alunos foram adquirindo. E no décimo primeiro encontro será realizada uma avaliação final envolvem o assunto que foi estudado no decorrer do bimestre.

A análise do texto teatral será feita no último texto produzido por cada equipe seguindo os indicadores presente no quadro 2.

Quadro 2: Indicadores de avaliação das questões discursivas

n	Indicadores do Teatro
1	Redação da História
2	Criação dos Desafios
3	Inclusão da Física na Peça Teatral
4	Determinação dos personagens envolvidos
5	Criatividade
6	Criação do script da peça com as falas
7	Interpretação
8	Rendimento dos Grupos em Aula.

Fonte: O Autor

4 DESCRIÇÃO DO PRODUTO

4.1. Roteiro do Produto

O produto educacional elaborado nesta proposta visa modernizar o conteúdo de eletromagnetismo dado no terceiro ano do ensino médio no que condiz a introdução das propriedades magnéticas da matéria e sua relação com o campo elétrico, ou seja, lei de Faraday, Ampère, Ampere-Maxwell e as ondas eletromagnéticas. Esse conteúdo está de acordo com o proposto, para os 2^o e 3^o bimestres do curriculum mínimo do estado do Rio de Janeiro (SEDUCRJ-2012).

A estratégia visou incluir a história da ciência e a elaboração de textos teatrais para ajudar os alunos a entender que as aplicações da física foram uma necessidade da sociedade da época e que muitas das realizações foram realizadas não só por cientistas, como Faraday, Ampère e Maxwell, mas também por inventores como: Edson, Tesla, Marconi e banqueiros como J. J. Morgan, que eram os financiadores dessas empreitadas. Outro aspecto importante foi à descoberta das ondas eletromagnéticas por Maxwell, que foi um episódio que revolucionou o mundo. A ideia de ondas eletromagnéticas viajando no espaço não importando a natureza do meio é uma realização muito distante do cotidiano das pessoas, foi necessário um estudo mais profundo de cientistas que entendiam e formalizavam a Física. A reviravolta que isso proporcionou fez com que o mundo ficasse menor. Por um lado, as ondas de rádio por outro, os cabos submarinos, todos esses com o uso das ondas eletromagnéticas. A descoberta das ondas eletromagnéticas trouxe grandes inovações nas comunicações e contribuíram para que tivéssemos todas essas facilidades de hoje.

O teatro científico entrou como uma forma dos alunos vivenciarem a física por meio da elaboração de textos teatrais. A motivação deste trabalho foi avaliar as estratégias empregadas por meio da escritura de textos teatrais feitos pelos próprios alunos combinando a física com a criatividade, motivada pela história da ciência e buscando fazer o estudante refletir sobre a necessidade de entender a física do mundo que vive. O interessante aqui é que os alunos foram informados que tais textos teriam que conter falas e personagens, com funções específicas, visando dar sentido as suas estórias, como mostrado na figura 15.

Figura 15: Personagens que devem aparecer nas estórias

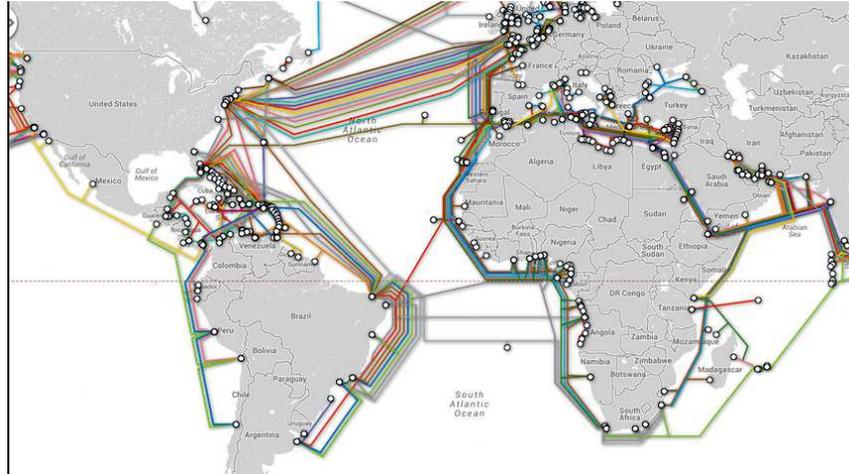


Onde se passa a trama teatral								
Num planeta distante em um mundo futurista	Em uma cidade do interior	Num parque local com chачoelras e florestas etc...	Estados Unidos, onde viveu	Em um castelo croata, onde um cientista mantinha seu laboratório	Na Nova York do século XIX	Num castelo da Alemanha durante a segunda guerra mundial	Na floresta ao redor do castelo	Em algum ponto da cidade do Cairo.

Descrevendo os Personagens								
Inventor	Investigador	Cientista	Mocinho e Mocinha	Millionário	Empregados	Soldados	Chefe da Missão	Espião

Fonte: O Autor.

Para tratar efetivamente todos esses aspectos, um conteúdo foi incluído nesta intervenção didática, que foi a parte de reflexão e refração da luz geralmente dados no segundo ano juntamente com a ótica. Esse conteúdo relacionado com a reflexão total foi ministrado para explicar o funcionamento dos cabos de fibra ótica responsável pela transmissão via internet por cabos submarinos, como pode ser visto no mapa da figura 16.

Figura 16: Cabos submarinos de internet da GoogleFonte⁷:

Resumindo a perspectiva de nosso trabalho, no quadro 3, apresentam os objetivos de ensino enfatizando as ondas eletromagnéticas.

Quadro 3: Objetivos esperados com o ensino de ondas eletromagnéticas, por meio do teatro científico

Objetivos da Física	
I	Entender os elementos básicos de uma onda e saber diferenciar seus tipos;
II	Entender a unificação dos fenômenos elétricos e magnéticos com crucial para o seu uso no nosso dia-a-dia;
III	Acompanhar a evolução da ciência através de vídeos históricos;
IV	Saber identificar as faixas das ondas eletromagnéticas e associar com algum efeito no cotidiano;
V	Compreender a propagação das ondas eletromagnéticas aplicadas aos meios de comunicação;
VI	Entender os efeitos das leis de Faraday, Ampere e Ampere-Maxwell, presentes nos inventos;
VII	Distinguir corrente contínua de corrente alternada;
VIII	Entender o funcionamento do rádio e outros dispositivos de telecomunicação.

Fonte: O Autor.

No quadro 4, estão elencados os objetivos de se introduzir o teatro no ensino de Física.

⁷ Disponível em: <https://www.faeterj-rio.edu.br/novo-cabo-submarino-de-dados-ligara-brasil-e-europa/>

Quadro 4: Objetivos esperados com o teatro científico em nossa estratégia

Objetivos do Teatro	
I	Entender a Física como sendo uma realização humana visando perceber a natureza e o seu uso para a melhoria da vida em sociedade;
II	Vivenciar a física aplicada para resolver problemas do cotidiano;
III	Introduzir uma visão científica prática, feita por homens comuns e obstinada;
IV	Fazer a popularização da ciência e incentivar a criatividade;
V	Melhorar a redação e compreensão de textos;
VI	Entender e reconhecer a conexão dos fenômenos físicos no universo.
VII	Perceber a Física e suas Aplicações como elementos empolgantes que todos podem entender.

Fonte: O Autor.

O interessante aqui é que a união entre Física e Teatro proporcione ao estudante a ideia de que é possível criar novos dispositivos com o seu uso. Tornando assim a Física acessível às estudantes. Assim como as histórias inventadas, sempre se podem usar conceitos da física para resolver problemas e sair de situações difíceis. No mundo teatral, muitas vezes é possível inventar artefatos que não existem, mas o importante é levantar a hipótese de que poderiam ou não existir a luz da física.

4.2. Primeiro Encontro: Questionário de conhecimentos prévios e atividades de teatro.

No primeiro encontro foi realizada uma pré-sequência didática, sendo a primeira etapa do produto que consistiu na aplicação de um questionário com 16 questões onde foram colhidos os conhecimentos prévios dos alunos. As questões foram elaboradas procurando extrair as percepções dos alunos sobre ondas eletromagnéticas como se apresentam no cotidiano. Foram utilizadas perguntas sobre radiação eletromagnética, como as informações chegam ao aparelho de TV e rádio, entre outras. Ao terminar a tarefa, os estudantes foram separados em quatro grupos. Usando os preceitos de Vygotsky, os alunos foram colocados de maneira que os melhores alunos fossem distribuídos entre os grupos, para promover a interação entre alunos de diferentes níveis de formação.

As questões introduzidas estão elencadas no quadro 5.

Quadro 5: Questionário de conhecimentos prévios

Questão I:	Você já ouviu falar de radiação (ou radiação eletromagnética) explique em sua opinião o que ela é e de onde pode vir?
Questão II:	Quando observamos o céu à noite, conseguimos identificar vários objetos brilhantes chamados de estrelas e alguns planetas. Por que podemos vê-los no céu escuro?
Questão III:	Em termo da visibilidade, o Sol é um corpo que emite luz própria, mas a Lua não. Porque conseguimos vê-la no céu noturno?
Questão IV:	Diga com suas palavras o que é a luz?
Questão V:	Quando entramos num quarto escuro, não vemos nenhum objeto.O que acontece quando acendemos a luz? Por que conseguimos ver os objetos e não somente as fontes de luz como no caso do céu noturno?
Questão VI:	O calor que sentimos, mesmo quando não estamos ao Sol é algum tipo de radiação eletromagnética? Em caso afirmativo ou não, explique sua resposta?
Questão VII:	À noite, ou durante o dia, conseguimos receber informações vindas da TV ou rádio. Explique com suas palavras por que isso acontece?
Questão VIII:	Recentemente, estamos recebendo informações sobre a troca do sinal de TV de analógico para digital. Você saberia explicar algo sobre esse assunto?
Questão IX:	Em muitas casas, temos a presença de antenas parabólicas e, em outras, uma antena que se parece com uma espinha de peixe. Explique a vantagem de uma em detrimento da outra e por que são necessárias?
Questão X:	No seu celular você consegue realizar chamadas telefônicas e usar o Whatsapp. Como isso acontece? O mecanismo de um é o mesmo do outro? Envolve radiação eletromagnética?
Questão XI:	Numa tempestade eletromagnética vemos primeiro a luz (relâmpago) e depois o som (trovão), Por que isso acontece? Tem haver com ondas?

Questão XIII:	Como os astronautas se comunicam entre eles fora da nave ou com a base na Terra? No cinema está em cartaz um filme sobre a primeira aterrissagem na Lua, como eles mandaram as informações para a Terra?
Questão XIV:	O cientista Roentgen, em 1895, fez um experimento sobre uma radiação emitida por elétrons altamente energéticos. Ele percebeu que alguns objetos que eram opacos para a luz visível não eram para esta radiação. Curiosamente, após vários experimentos com vários objetos, verificou que quando colocava a mão entre a fonte dessa radiação e uma chapa fotográfica se via a estrutura óssea da mão. Durante a guerra, os médicos usaram essa radiação para ver as fraturas dos soldados. Ela foi nomeada de raios X, que usamos até hoje. Essa radiação é a mesma que a radiação solar, ou qualquer outro tipo de radiação eletromagnética? Explique o que você sabe sobre o assunto?
Questão XV:	Explique a diferença entre rádio AM e FM? Qual eu posso escutar a mais longa distância?
Questão XVI:	A estação da rádio Itaocara pode ser sintonizada em Campos? Explique com suas palavras?

Fonte: O Autor.

O objetivo deste questionário é além de descobrir os conhecimentos prévios dos alunos com respeito ao conteúdo a ser dado, também de introduzir a curiosidade científica.

Ainda nesta aula, os alunos em grupo escolheram os gêneros teatrais. Os gêneros teatrais foram usados para desenvolver os textos teatrais durante a aplicação da sequência.

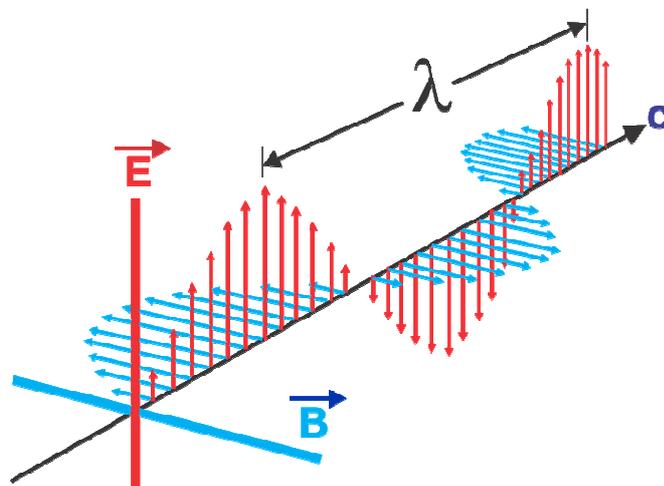
Por último, com a finalidade de fornecer os elementos necessários para os alunos escrevessem suas histórias, foi pedido para que os mesmos assistissem a parte II do vídeo a História da Eletricidade: A Era das Invenções <https://www.youtube.com/watch?v=t5m-9vjCe1g>

4.3 Segundo Encontro Primeira Aula: Introdução as Onda Eletromagnéticas.

A aula começa discutindo as questões I e II do questionário sobre a emissão de luz pelo Sol comparado com as estrelas, como isso acontece e por que conseguimos observar da Terra.

Nessa explicação é interessante explicitar o processo de fusão nuclear e energia que ela libera no processo que chega a Terra em forma de radiação eletromagnética. Podem ser introduzidas, neste momento, as características transversais da onda eletromagnética, a oscilação dos campos elétricos e magnético e a sua propagação como na figura 17.

Figura 17: Oscilação dos campos elétricos e magnéticos propagando em uma direção transversal



Fonte⁸:

Desta forma, quando você olha para o céu noturno você vê as estrelas pelas ondas eletromagnéticas que elas emitem e o Sol, que também é uma estrela, também emite.

Nesta aula, é também necessário explicar, de forma simples, os elementos básicos de uma onda, tal como comprimento de onda, frequência, período e a relação entre campo elétrico e magnético introduzida por Maxwell:

$$\mathbf{E} = c \mathbf{B}$$

onde c é a velocidade da luz no vácuo e pode ser escrita em relação as constantes de permissividade elétrica ϵ_0 e permeabilidade magnética μ_0 , da seguinte forma:

⁸Disponível em: <https://pixabay.com/es/vectors/ondas-electromagn%C3%A9ticas-1526374/>

$$\epsilon_0\mu_0 = 1/c^2$$

Após a explicação do professor deve ser proposto atividades envolvendo as características explicadas. Após essas explicações é necessário que o professor introduza a história da ciência relacionada com esse assunto. Um vídeo interessante que trata de forma bem útil a história do eletromagnetismo é o vídeo da BBC intitulado a História da Eletricidade que trata desde os primórdios de seu descobrimento. Desta forma, o professor deve usar como atividade em sala de aula a apresentação de 15 minutos do vídeo: A História da Eletricidade parte II: A Era das Invenções, como mostra a figura 18. O objetivo de introduzir o vídeo foi mostrar os primeiros experimentos envolvendo o uso do eletromagnetismo com o uso prático, motivando a escrita dos textos por vídeos históricos e motivar os textos teatrais com base na física envolvida e história da ciência.

Isso se torna necessário, para estudar a aplicação das ondas eletromagnéticas, visando entender o funcionamento dos meios de comunicações, seja aquelas que se fazem via a transmissão de ondas eletromagnéticas no espaço ou aquelas transmitidas via cabos submarinos de fibras óticas, seguindo o princípio da reflexão total.

Figura 18: A era das invenções. Esta cena mostra Faraday lecionando



Fonte⁹:

O vídeo conta a história de como os cientistas descobriram as leis que regem o eletromagnetismo e como as usaram para chegar ao mundo de hoje. No entanto, revelando o aspecto prático de como usá-la para fazer fortuna e, eventualmente, melhorar a vida em

⁹ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=t5m-9vjCe1g>

sociedade. Este vídeo foi escolhido, por apresentar os ingredientes básicos do desenrolar da ciência. O vídeo ressalta que o primeiro invento que usa a eletricidade de forma prática nessa área foi o telégrafo, como aplicação imediata do eletroímã e os cabos submarinos. Henry descobriu que ao aumentar o número de fios numa bobina, produzia-se um campo magnético mais concentrado. A partir destes inventos foi possível mandar mensagens para outro lado do mundo. Na figura 19, é apresentada uma cena com a explicação do funcionamento do experimento. Esses experimentos estão detalhados no material do professor.

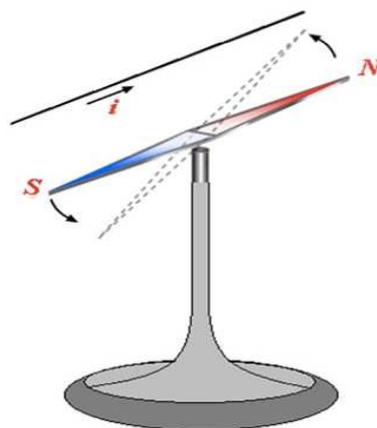
Figura 19: Cenas que mostram o funcionamento da linha de experimentos que levaram Faraday a criar um fluxo contínuo de elétrons



Fonte¹⁰:

Após o vídeo foi detalhado os experimentos mostrados no vídeo apresentado na figura 19. Os experimentos do vídeo estão apresentados na figura 20, 21, 22 e 23.

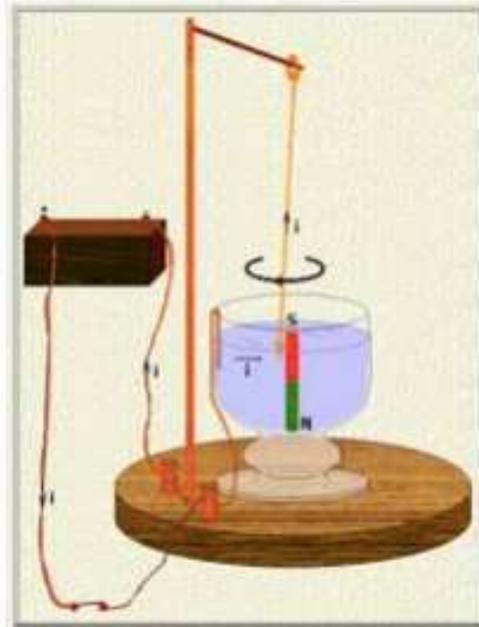
Figura 20: Experimento de Oersted



Fonte¹¹:

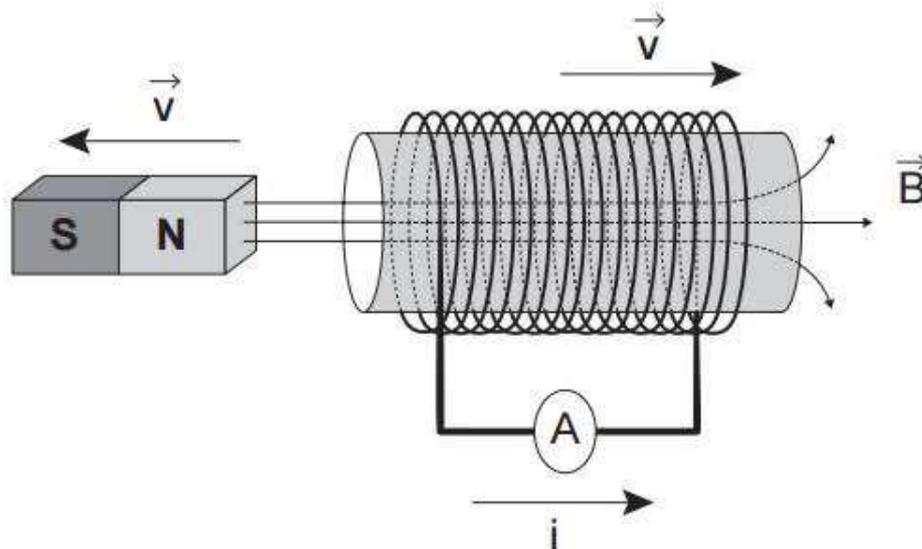
¹⁰ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=t5m-9vjCe1g>

Figura 21: O Motor Elétrico de Faraday



Fonte¹²:

Figura 22: Lei de Faraday

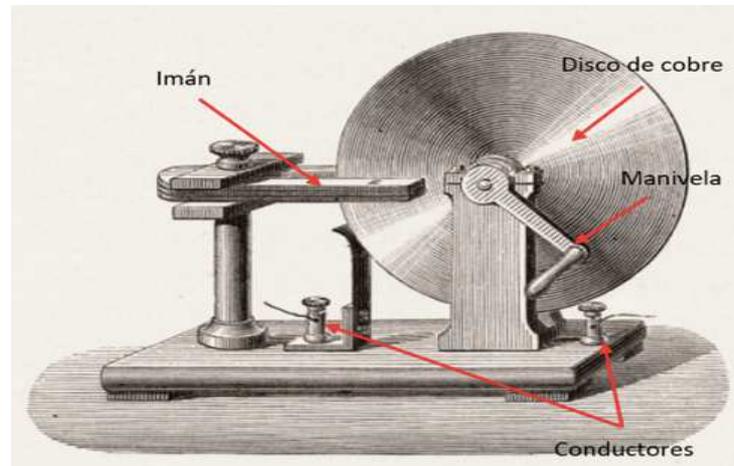


Fonte¹³:

¹¹ Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/experimento-oersted.htm>

¹² Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ebk-iXDnLLI>

¹³ Disponível em: <https://www.infoescola.com/fisica/lei-de-inducao-de-michael-faraday/exercicios/>

Figura 23: Gerador de FaradayFonte¹⁴:

Na figura 24 apresenta um roteiro para ajudar as equipes no direcionamento para a montagem dos textos teatrais.

Figura 24: Roteiro do teatro.

Crie uma história, que vocês deverão interpretar ao final do bimestre, envolvendo as ondas eletromagnéticas e a Física envolvida.

Gênero da Peça Teatral								
Ficção Científica	Catástrofe	Comédia	Documentário	Espionagem	Policial	Guerra	Mistério	Aventura

Para começar a História								
Há muito tempo em uma galáxia distante ...	Tudo começou quando o céu ficou estranho então ...	Naquele bela tarde de sábado ...	Tesla X Marconi	A missão era roubar as plantas para a montagem de um rádio amador ...	Tudo começou quando, na academia de polícia o comissário recebe um telefonema ...	A missão era resgatar uns prisioneiros de guerra e descobrir os planos das tropas inimigas quando...	Tudo se passa na mansão do Dr. Thomas Edson quando, cientistas trabalhando no laboratório subterrâneo escutam uma explosão ...	Naquele manhã o caçador de antiguidades Henry Jackson teve a ideia de viajar para o ...

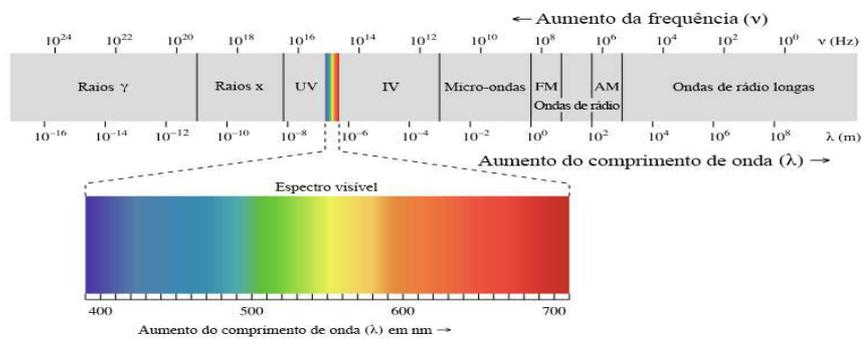
Fonte: O Autor.

¹⁴Disponível em: <http://cientistas-faraday-1d.blogspot.com/2010/03/faraday-e-eletricidade.html>

Com esse roteiro os alunos em grupo devem ser orientados pelo professor a começar a preparar o texto da peça teatral. Neste roteiro, o aluno deve trabalhar os primeiros ingredientes, que são o gênero da peça e o começo da história. O procedimento utilizado é escolher o gênero teatral, que os alunos já começaram a pensar no primeiro encontro. Depois de escolhido o gênero, o professor deve ajudar seus alunos a criar o início da história.

Ao fim da aula o professor passa outro vídeo para ser visto em casa sobre o espectro eletromagnético, figura 25. Esse vídeo é a preparação para a segunda aula.

Figura 25: Espectro Eletromagnético



Fonte¹⁵:

4.4. O Terceiro Encontro – Segunda Aula: Aplicação das ondas de rádio e TV.

Os objetivos desta aula foram: entender as diferentes aplicações das ondas eletromagnéticas e onde elas aparecem; relacionar os elementos de ondas discutidas na aula anterior (Aula1); identificar frequência, período e comprimento de onda do espectro eletromagnético e suas aplicações; detalhar as ondas de Rádio e suas características; introduzir o mecanismo das telecomunicações, e a diferença entre a transmissão via Amplitude Modulada (AM) e Frequência Modulada (FM); entender os elementos envolvidos no microfone de indução, lei de Faraday e Lenz, imã, bobina, antena etc. Estudar os tipos de misturadores que existem, para AM e FM; introduzir o campo magnético como elemento formador do microfone e conectar um elemento natural que é a magnetita; conectar com os elementos da estória teatral.

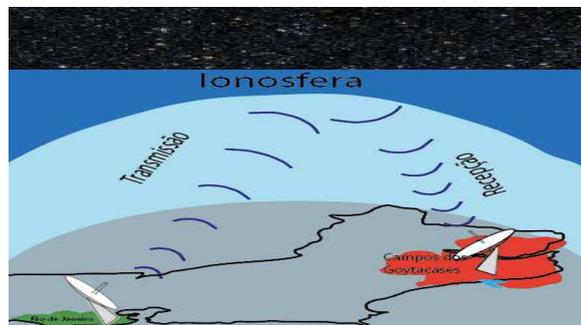
A segunda aula começa com uma discussão sobre o vídeo deixado na aula anterior para assistirem em casa sobre o espectro eletromagnético previsto por Maxwell e observado

¹⁵ Disponível em: <https://www.infoescola.com/fisica/espectro-eletromagnetico/>

pela primeira vez por Hertz, figura 26. Foram discutidas as sete categorias de frequências e suas aplicações. As com maiores comprimentos de onda que são as ondas de rádio, micro-ondas, radiação infravermelha, luz, radiação ultravioleta, raios X e raios gama.

Nessa aula o enfoque é nas ondas de rádio. No roteiro do produto, foi selecionado um vídeo para o professor entender o que falar sobre as ondas de rádio desde as ondas longas usadas em transmissão submarinas e entre países, as ondas longas são de baixa frequência. A Amplitude Modulada. Nessa frequência foram explicadas as suas características através de gravuras, mostrada na figura 26.

Figura 26: Penetração das ondas AM entre o Rio e Campos

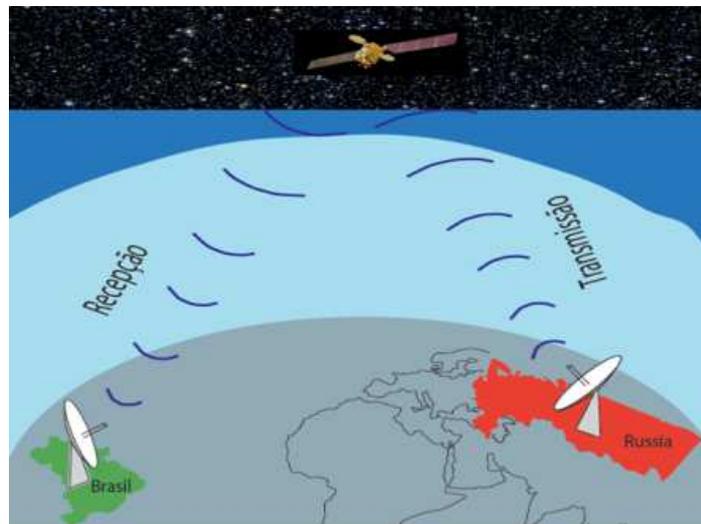


Fonte: O Autor

A figura 26 mostra a onda transmitida sendo refletida pela atmosfera. Nessa explicação o contexto é que as ondas AM podem ser transmitidas a longa distancias, dando exemplo de rádios que podem ser ouvidas tanto no rio quanto em campos, como a super rádio Tupi, que qualquer radinho de pilha pode captar, mas com muita interferência. Foi alertado aos alunos que é possível melhorar muito essa transmissão se escutarmos a radio pela internet, porém o sistema usado é por cabos submarinos, que será tema de outra aula.

O exemplo a rádio FM já apresenta frequências penetrantes e não podem ser barradas pela própria atmosfera, como pode ser visto na figura 27. Nesse exemplo dado em sala de aula, foi escolhido o tema da copa do mundo da Rússia, com a pergunta, se essas ondas ultrapassam a atmosfera por ter comprimentos de ondas menores como conseguimos ouvir as transmissões. Nesta figura, vemos a diferença para rádio AM, pela presença de um satélite. É necessário um satélite para ter a triangulação se não às ondas são perdidas no espaço.

Figura 27: Penetração das ondas FM



Fonte: O Autor

Para finalizar a aula, foi feita uma atividade onde os alunos assistiram o início do filme contato, figura 28 e foi pedido para que os alunos respondessem a uma serie de perguntas a respeito do vídeo.

Figura 28: Filme “O Contato”



Fonte¹⁶:

¹⁶ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=R2xps7RYZzM>

Neste trecho do filme, mostra a filmadora se afastando da Terra para simular que em cada ponto do Universo, numa distância específica da Terra, uma pessoa que estivesse ali ouviria uma determinada época do passado da Terra.

Então, à medida que vamos afastando da Terra, ouvimos as transmissões do passado da Terra. O professor deve fazer algumas perguntas, visando fazer o aluno a refletir sobre o vídeo.

A situação interpreta o que um alienígena que esteja situado a grandes distâncias da Terra ouviria em seu dispositivo de rádio. Podemos ouvir que a músicas e reportagens vindas da Terra, à medida que nos afastamos, são bem diferentes das que estamos ouvindo na nossa época atual.

Os alunos devem se reunir em grupo, (sempre os mesmos) para responder as seguintes questões:

- 1) Por que nessa passagem estamos ouvindo som no espaço se não temos um meio para propagar o som? O som como vimos é uma onda longitudinal, precisa de um meio para propagar.
- 2) Como os astronautas se comunicam no espaço, fora da nave com roupas especiais?
- 3) Podemos ver a imagem se afastando da Terra. O que você está ouvindo à medida que vai se afastando? Consegue reconhecer alguma música?
- 4) Repare o que está acontecendo com as datas da transmissão de rádio, presentes no vídeo, em que ordem elas estão à medida que nos afastamos da Terra? Por que isso acontece?
- 5) Se tivéssemos parados na estrela Vega, localizada na constelação de Lira, a 25 anos luz de distância da terra o que veríamos primeiro, transmissões da copa do mundo de 1954 ou a de 1970? Compare com a questão 4.
- 6) Qual a velocidade que as ondas de rádio, que portam as músicas e a reportagem, viajam após sair da Terra?

Após o debate nos 32 minutos finais da aula foi incentivado que os alunos retomassem suas histórias para incluir o que foi estudado nas aulas, até esse ponto, seguindo os gêneros escolhidos.

Figura 29: Produzindo o Texto Teatral- Desenvolvimento da História e Física envolvida



Produzindo o Texto Teatral

Desenvolvendo a História								

Física Envolvida por aula								

Fonte: O Autor.

Ainda nesta aula o professor deve pedir para seus alunos realizarem algumas tarefas em casa, visando motivar o entendimento do assunto.

Uma das atividades que deve ser incluída pode envolver a comunicação entre a Terra com outros sistemas, pegando o gancho do filme contato.

Então um exemplo interessante é pedir aos alunos que pesquisem sobre a estrela, Antares da constelação de escorpião. Nessa questão é pedido para que o aluno usar o conversor de unidades do link:

<https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=+O+que+e+um+ano+luz>

calculando quanto tempo demoraria, para um habitante eventual do sistema onde está Antares, recebesse um sinal emitido da Terra. A professora deve providenciar meios necessários para o estudante fazer a questão.

Figura 30: A constelação de escorpião apresentando a estrela Antares



Fonte¹⁷:

¹⁷Disponível em: <https://br.pinterest.com/pin/860891284998864184/?lp=true>

No link acima e a fonte da imagem foi disponibilizado a estrela Antares, e nesse material os alunos podem aprender um pouco mais sobre esse assunto. O importante aqui é vincular o filme a coisas reais, já aceitas pelos pesquisadores da área. Também pode ser incentivado que os estudantes observem no céu essa estrela da constelação do escorpião que pode ser analisada construindo um planisfério caseiro feito com o uso do link <http://www.if.ufrgs.br/~fatima/planisferio/celeste/planisferio.html>.

Outra atividade para casa foi ligada ao teatro. O professor deve pedir a seus alunos que conectem o imã com o cotidiano. Isso pode ser feito ligando a um material natural chamado magnetita, conforme mostra a figura 31.

Figura 31: A magnetita



Fonte¹⁸:

Foi deixado um vídeo para ser visto em casa sobre a história da magnetita e dos imãs que pode ser conferido em <https://www.youtube.com/watch?v=b1AgUJLTURg>

O professor deve pedir a seus alunos que inclua esse material e suas estórias. Para isso o professor deve sugerir que seus alunos encontrem uma jazida rara de magnetita em uma determinada parte de suas estórias, elabore uma trama.

O professor deve disponibilizar aos seus alunos alguma atividade para os mesmos verem a construção de um microfone. Um material interessante com esse procedimento se encontra no vídeo do manual do mundo podendo ser visto em:

<https://www.manualdomundo.com.br/2017/03/microfone-de-lapela-caseiro/>

Essa atividade é importante por que é o vínculo com a próxima aula onde o professor deve explicar as propriedades dos imãs e o campo magnético da Terra, assunto este presente no curriculum mínimo.

¹⁸ Disponível em: <https://www.ecured.cu/images/1/1e/Magnetita.jpg>

4.5 Quarto Encontro-Terceira Aula: O Campo Magnético.

O objetivo desta aula foi formalizar a compreensão sobre os ímãs e seus instrumentos de medição (a bússola); entender que a Terra tem um campo magnético; comprovar experimentalmente a existência do campo magnético terrestre e suas características; formalizar a compreensão sobre os ímãs; introduzir o cálculo do campo magnético, trabalhado na lei de Biot-Sarvat. Incluir o cálculo com espiras e discutir as unidades envolvidas; analisar os elementos novos no circuito calculando a relação entre potência, voltagem e corrente.

Para atingir a esses objetivos os alunos assistiram a dois vídeos. O primeiro deles foi à história da bússola. Esta animação começa com a orientação no mar, logo depois passa a constatação de que existiam algumas pedras que se atraíam naturalmente, chamadas magnetita. O vídeo segue contando que a magnetita foi usada pela primeira vez na china, como bússola e a criação das rosas dos ventos começaram a ser usadas em navios e sempre apontavam para o norte. Esse vídeo dura somente 2:48 minutos e funcionou somente como um elemento introdutório da aula.

Figura 32: A história da Bússola



Fonte¹⁹:

O professor deve lembrar aos seus alunos que o experimento de Oersted foi introduzido na primeira aula, figura 18, mostra como uma corrente elétrica interfere no

¹⁹Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=kKPBZbjZzek>.

funcionamento de uma bússola, provando também que a bússola tem propriedades magnéticas.

O professor então deve passar o vídeo, sobre o campo magnético da Terra, como mostra a figura 33.

Figura 33: O campo magnético da Terra



Fonte²⁰:

Os alunos se reunirão em grupo receberão alguns ímãs que ajudarão a responder algumas questões sobre magnetismo.

Nas primeiras atividades o aluno deve refletir sobre o comportamento da bússola que sempre aponta para o norte, e comparar com as propriedades dos ímãs.

Na segunda atividade o professor deve pedir para que os alunos coloquem dois ímãs próximos da bússola, o aluno deve verificar que o mesmo interfere no seu funcionamento. O aluno deve aproximar os pólos do ímã e perceber qual atrai e qual repele, e assim usar as propriedades dos ímãs para determinar teoricamente qual a natureza do Campo Magnético da Terra. Ao final dessa tarefa o aluno deve escrever sobre suas impressões.

Logo após essas tarefas o aluno deve ser instruído pelo professor a colocar a bússola em vários pontos da sala e deixe repousar. O estudante deve descrever o que está acontecendo com os ponteiros da bússola. Deve ser pedido para que o aluno discuta o porquê isso acontece? E deve escrever num papel as suas impressões.

²⁰ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=9SyLGsBBdVE>

Agora sobre a interação com a bússola, deve ser pedido que o estudante aproxime o ímã da bússola e descreva o que é capaz de observar. Também é pedido que descreva as impressões mais interessantes.

Outra atividade interessante ainda com os ímãs de diferentes formas e tamanhos é identificar os pólos magnéticos.

Os ímãs distribuídos são compostos de pequenas unidades em forma de disco. Com essas unidades, o professor deve instruir seus alunos a mostrar dois ímãs, lineares, de mesmo tamanho. Aos alunos devem descobrir os pólos magnéticos desses ímãs, tentando atrair suas extremidades, achando qual é a extremidade repelente e qual é a atraente. Para motivar os alunos na escrita os mesmos devem descrever os seus procedimentos.

Com ajuda da bússola deve-se determinar o norte e o sul do ímã. Deve ser perguntado como eles fariam isso. Os alunos devem reparar que o ímã interfere na bússola. Descreva toda a observação num papel.

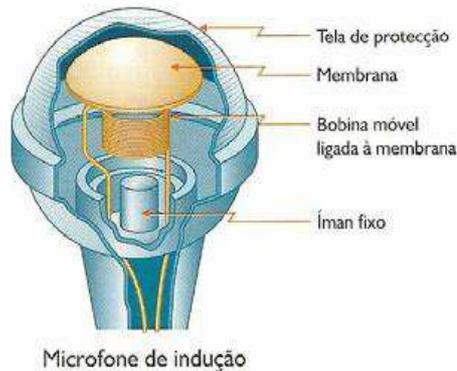
Após os alunos se familiarizarem com os ímãs eles devem determinar as linhas de força. Para isso os alunos devem usar a limalha de ferro.

O arranjo agora é colocar a limalha de ferro sobre uma folha de papel e colocá-la em cima de um ímã na configuração do exercício anterior. Deve ser incentivado que os alunos descrevam o que eles visualizam, é pedido que os mesmos tirem fotos e documente sua pesquisa. Nessa atividade os alunos devem visualizar as linhas do campo magnético. Deve ser perguntado se os mesmos teriam uma explicação a respeito do fenômeno.

Com o entendimento das propriedades magnéticas da matéria, foi discutida a aplicação das ondas eletromagnéticas no cotidiano com ajuda das propriedades magnéticas da matéria e a lei de Faraday já discutido nas aulas anteriores, com conexão como vídeo histórico.

Seguindo a nossa sequência didática, o professor pode trabalhar com seus alunos o funcionamento de um microfone que pode ser levado pelo professor para eles desmontarem, ou passar o vídeo: <https://ossia.com.br/como-funciona-o-microfone/> que ensina como funciona o microfone. O mais simples deles está na figura 36, então o professor pode demonstrar na prática a aplicação direta da lei de Faraday.

Com essa atividade o professor pode mostrar para os seus alunos que a onda mecânica transmitida pela voz (onda mecânica longitudinal) pressiona o diafragma da figura 36 e faz mover a bobina para dentro e para fora transformando energia mecânica em energia elétrica, ou seja, lei de Faraday. Variação de campo magnético, devido ao movimento da bobina em direção do ímã permanente, gera corrente elétrica na bobina.

Figura 34: Microfone de indução

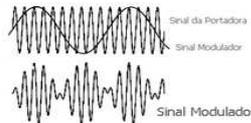
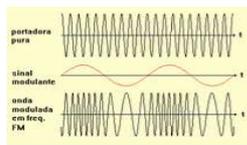
Fonte²¹:

Depois dessas atividades, o professor deve passar para a casa um vídeo que esclarece algumas questões de prova, e que as questões ligadas ao microfone aparecem. Essas questões podem ser visualizadas no vídeo <https://www.youtube.com/watch?v=JUtYXzKx4R>.

O som da voz tem que ser amplificado e o sinal passa por um misturador, nessa hora o professor deve explicar brevemente a diferença em termos de forma de onda entre os misturadores AM e o FM, como mostra a figura 35.

Figura 35: Explicação do funcionamento de um misturador

Misturador: E um dispositivo que modula a frequência, que pode ser feita de duas formas:

- 1) AM (Amplitude Modulada)
 
- 2) FM (Frequência Modulada)
 

Neste dispositivo o sinal sonoro se transforma em um sinal elétrico que também é uma onda

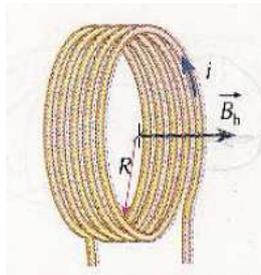
Fonte: O Autor

²¹ Disponível em: <https://perceberomundo.blogspot.com/2012/04/microfone-de-inducao.html>

Depois que os alunos conhecem o microfone é necessário fazer atividades. Essas atividades devem durar mais de um dia de aula, por este motivo continuaremos essa atividade na quarta aula.

Devem, então, pedir para os alunos no dispositivo do microfone figura 36, calcularem o campo magnético do imã para N espiras com raio R. A física envolvida no arranjo experimental pode ser visto na figura 36.

Figura 36: Procedimento experimental para o campo magnético com espiras



Fonte²²:

Para um campo magnético conhecido, dado pelo imã, é pedido para os alunos calcularem a corrente induzida na espira, para vários valores, considerando a equação do campo magnético das espiras dado por:

$$B_b = N \frac{\mu_0}{2} \frac{i}{R} \quad (19)$$

Figura 37 Produzindo o Texto Teatral – O local onde se passa a peça e a descrição dos personagens



Onde se passa a trama teatral								
Num planeta distante em um mundo futurista	Em uma cidade do interior	Num parque local com chupadeiras e baratas etc....	Estados Unidos, onde viveu	Em um castelo croata, onde um cientista mantém seu laboratório	Na Nova York do século XIX	Num castelo da Alemanha durante a segunda guerra mundial	Na floresta ao redor do castelo	Em algum ponto da cidade do Cairo.

Descrevendo os Personagens								
Inventor	Investigador	Cientista	Mocinho e Mocinha	Milionário	Empregados	Soldados	Chefe da Missão	Espião

Fonte: O Autor.

²² <https://www.docsity.com/pt/roteiro-de-experimento-campo-magnetico-de-uma-bobina/4974955/>

Nesta atividade o aluno deve decidir para cada grupo de gênero o cenário aonde vai se passar a história e os personagens principais da peça. No roteiro da figura 37, estão relacionados alguns dos possíveis ambientes onde pode se passar a peça teatral e os possíveis personagens.

No problema desafio a tarefa é encontrar um equipamento misterioso dentro do castelo da rainha da Inglaterra. A pista dada, nessa tarefa, foi que o equipamento transmite ondas eletromagnéticas com uma determinada frequência, a partir dessa informação são feitos vários questionamentos.

A ideia deste problema desafio é introduzir perguntas sobre as ondas eletromagnéticas que possam fazer ambas as tarefas, auxiliá-lo na construção da história e exercitar o conteúdo aprendido sobre ondas de forma lúdica.

Logo após essa atividade é deixado os alunos livres para fazer outros experimentos com outros ímãs e é pedido para que os mesmos montem brinquedos que possam ter movimento, como carrinhos e pêndulos.

4.6. Quinto Encontro-Quarta Aula: Produção Textual

Nessa aula foi destinado um tempo para que os alunos terminassem as atividades da aula anterior sobre tensão versus corrente.

O professor deve corrigir e discutir os resultados do problema da aula anterior. A aula deve começar discutindo com mais detalhes as ideias de Tesla sobre altas voltagens e baixas correntes e a possibilidade de termos a transmissão de energia elétrica a grandes distâncias.

O professor deve terminar a aula anterior e agora usando a relação entre tensão e corrente dada pela relação com a potência. Para uma potência fixa é pedido para os estudantes calcularem a tensão induzida. Para a próxima aula, foi pedido para eles compararem o cálculo aumentando o número de espiras e verificarem o que acontece com a corrente e a tensão. Para isso usou a relação:

$$P_{ot} = U \cdot i \quad (20)$$

Para complementar o exercício e pedido para os estudantes assistirem em casa novamente o vídeo da história do eletromagnetismo parte II: a era das invenções, na parte da guerra das correntes. Basicamente Tesla, percebeu que poderia ter mais êxito na transmissão da energia elétrica se trabalhasse com alta voltagem, não precisando de geradores de eletricidade, hidrelétricas, tão perto das cidades. Para tratar o assunto do experimento do Tesla

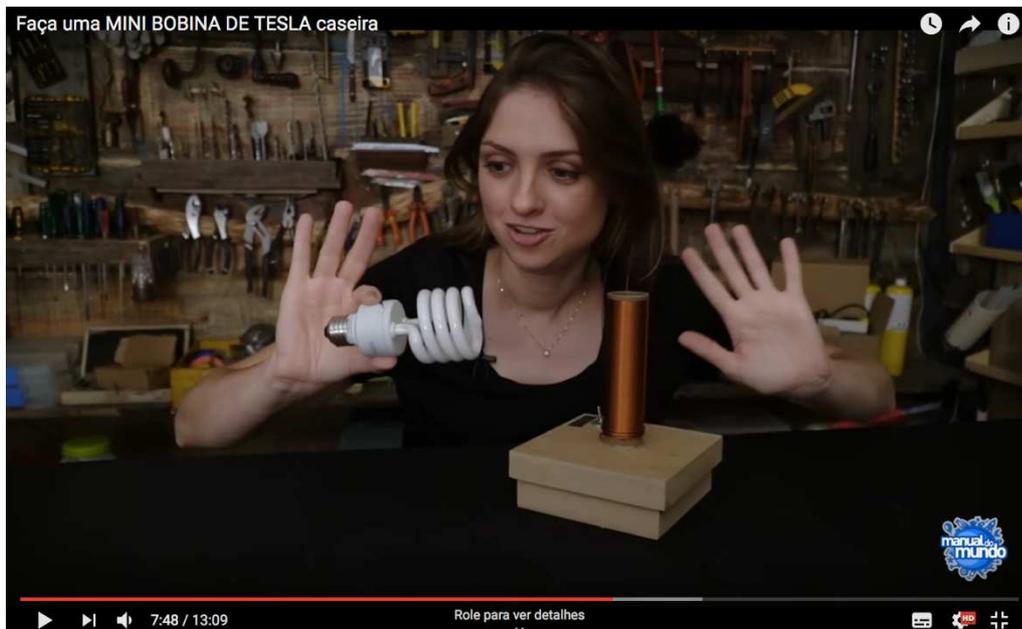
teremos a sexta aula que foca a chamada guerra das correntes, que marca a disputa entre Tesla e Edson.

Por meio dos conceitos de campo magnético, lei de Faraday e os indutores da aula anterior. Desta forma, o professor pode discutir a conexão com a história da ciência presentes no vídeo da BBC a história da eletricidade, parte II.

A atividade girou em torno da possibilidade de aumentar a voltagem à medida que aumentamos o número de espiras.

Com essa atividade é possível justificar o invento do Tesla de fazer a bobina de Tesla. Um vídeo interessante que pode ser usado para entender o dispositivo do Tesla é a bobina tesla, que pode ser vista a construção e funcionamento no link do manual do mundo dado por:

Figura 38: Mini bobina Tesla



Fonte²³:

Essa a atividade ajuda ao estudante entender que tensão e corrente são duas grandezas inversamente proporcionais. Desta forma para atingir o mesmo objetivo, ou seja, manter a mesma potência pode ter duas formas, ou aumentar à corrente, ou aumentar a tensão.

4.7. Sexto Encontro-Quinta Aula: Os Cabos submarinos.

²³ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=w2bZGKNwB4Y>

Foi visto nas aulas anteriores a transmissão de informação via ondas eletromagnéticas, no entanto com a tecnologia moderna e a invenção da internet que passou a ser amplamente utilizada para transmitir um número bem maior de dados, verificou-se que um método mais eficaz era os cabos submarinos. O professor deve deixar claro que a ideia de cabos submarinos relatados no vídeo à história da eletricidade parte II: a era das invenções foi aprimorada, com a descoberta de novas técnicas e novos materiais dando origem a cabos submarinos mais resistentes e usando fibra ótica, transportando o sinal através de pulsos luz e não pulsos elétricos como apresentado no vídeo. Nos dias de hoje esse sinal é digital. A física envolvida nessa técnica é a reflexão total. Desta forma esse conteúdo também foi incluído em nossa sequência didática.

Os objetivos desta aula foram: retornar a ideia da informação sendo transmitido por cabos submarinos, tratado no vídeo, mostrar a evolução dos cabos submarinos agora transmitindo luz; introduzir a lei de Snell e o cálculo de índice de refração e os ingredientes para analisar a reflexão total, necessária para o entendimento do comportamento da luz dentro de um cabo submarino; realizar atividades de fixação usando o tema de reflexão, refração e reflexão total; fixar os conteúdos dados em sala de aula fazendo novamente o experimento em casa.

O professor deve iniciar a aula com o vídeo sobre cabos submarinos no link: <https://www.youtube.com/watch?v=k5rmchMHYq8> objetivando motivar o estudo de seu funcionamento e a física envolvida.

O vídeo se inicia contando como esses cabos submarinos são transportados por navios especialmente construídos para esse feito. O vídeo mostra que 80% de toda as transmissões via telefone e computador são feitos graças a esses cabos. Os cabos, figura 39 protegem um minúsculo filamento de vidro da espessura de um cabelo, chamado de fibra ótica que transportam o raio de luz de um laser.

Figura 39: Os Cabos Submarinos

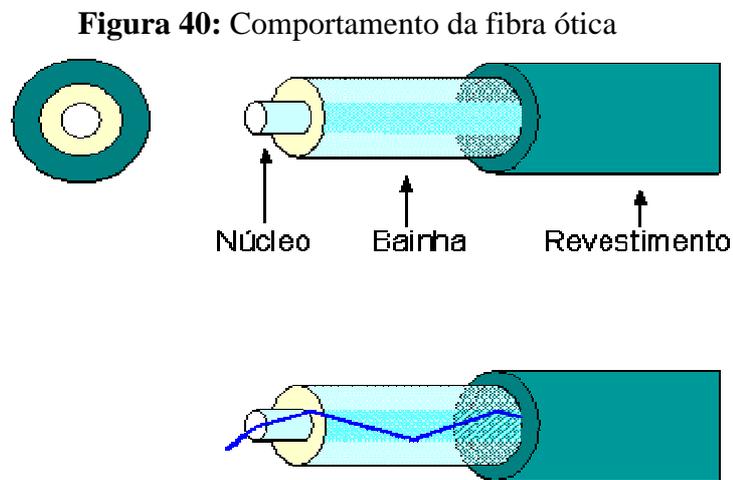


Fonte²⁴:

²⁴Disponível: <https://www.youtube.com/watch?v=k5rmchMHYq8>

O professor deve explicar que os cabos estão conectados por equipamentos chamados de repetidores. O vídeo explica que mesmo com uma descarga elétrica passando por ele não consegue manter o sinal de laser constante, desta forma a cada 50 km de cabo um repetidor é introduzido para aumentar a tensão.

Depois do vídeo o professor deve ensinar que a transmissão de luz ao longo das fibras óticas é baseada no fenômeno da reflexão total. Cada fibra é basicamente constituída de dois tipos de vidros de índice de refração diferentes. A parte central da fibra, o núcleo, é feito de um vidro com índice de refração maior que o vidro da camada envolvente, a casca. Na figura 40 está a figura ilustrativa de como funciona.

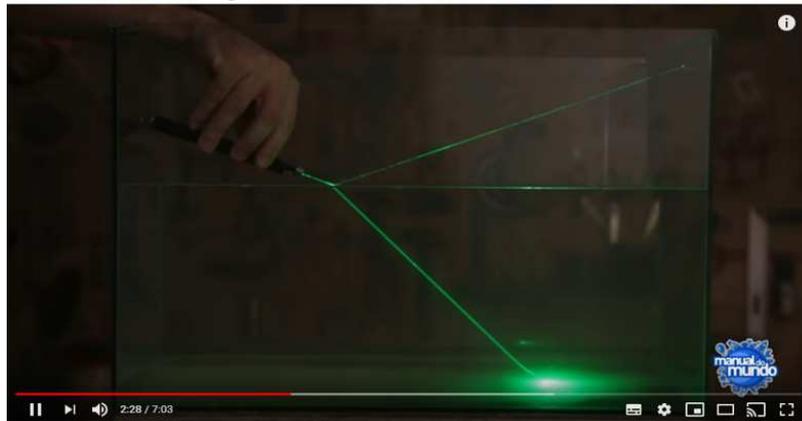


A Fibra Óptica transporta a luz no núcleo , cuja Índice de Refracção é superior à bainha

O professor deve explicar que quando um estreito feixe luminoso produzido por uma fonte laser propaga-se no vidro do núcleo e atinge a superfície de separação com o vidro da casca segundo um ângulo maior que o ângulo limite, ocorrendo assim a reflexão total.

Para o professor explicar esse comportamento deve usar primeiramente à lei de Snell para explicar reflexão e refração quando a luz encontra um meio.

Após a explicação os alunos devem assistir ao vídeo do manual do mundo, para entender como ele mesmo pode entender esses raios luminosos, figura 41.

Figura 41: Reflexão total

Fonte²⁵:

Após assistirem ao vídeo o professor deve fazer um experimento em sala de aula abordando a reflexão total da luz apresentado no vídeo do manual do mundo. São utilizados os seguintes materiais: vasilha com água, açúcar e lente.

Em seguida os alunos em grupo receberão uma apostila com conteúdo explicando sobre reflexão total e processo da fibra ótica abordado no vídeo. O material terá questões já resolvidas, mas o professor deve resolver no quadro.

Quando os grupos terminarem de responder as questões deve ser pedido para que os mesmos voltem as suas estórias.

Para casa, foi pedido aos alunos para fazer o experimento da refração, reflexão chegando ao caso onde a reflexão é total. Foi pedido também que os mesmos, em grupo, filmassem o experimento realizado.

4.8 Sétimo Encontro- Sexta Aula: Corrente Alternada.

Na aula anterior foi pedido para os alunos vissem a continuação do vídeo a história da eletricidade parte II: a era das invenções. Nesta aula o professor deve passar o vídeo <https://www.youtube.com/watch?v=fxNfgGyPLe0> que é uma animação chamada: A viagem na eletricidade: A história da corrente alternada e a guerra das correntes, figura 42. Os alunos foram direcionados para sala de vídeo para assistir sobre: **A viagem na eletricidade – A corrente alternada**

²⁵Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=gqkSfAfy30>

Figura 42: A viagem na eletricidade – A corrente alternada



Fonte²⁶:

O professor deve abordar um pouco da história das correntes para aluno entender como tudo começou interagindo a física com a história da ciência. A corrente alternada surgiu pela primeira vez, em 1832, quando o francês Hippolyte Pixii aplicou o princípio de indução eletromagnética de Michael Faraday. Nikola Tesla e outros cientistas, anos depois da invenção da corrente alternada, melhoraram enormemente o sistema de distribuição de corrente alternada e inovações que tornaram o seu uso prático. Nikola Tesla foi contratado por J. Westinghouse para construir uma linha de transmissão entre Niágara e Buffalo, em NY. Thomas Edison, que defendia e empregava a corrente contínua em seus experimentos, fez o possível para desacreditar Tesla, mas sem sucesso.

O sistema polifásico acabou por prevalecer, pelas vantagens inegáveis de custo, praticidade e eficiência em relação à corrente contínua.

$$I = i_{\max} \cdot \text{sen}(\omega t) \quad (21)$$

$$\omega = 2 \pi / T = 2 \pi f. \quad (22)$$

As equações (21) e (22) continuam valendo, só que para corrente alternada, então a ddp chamada de força eletromotriz é dada por

$$V_{\text{alternada}} = \varepsilon = R \cdot i = R \dot{i}_{\max} \cdot \text{sen}(\omega t) = \varepsilon_{\max} \cdot \text{sen}(\omega t). \quad (23)$$

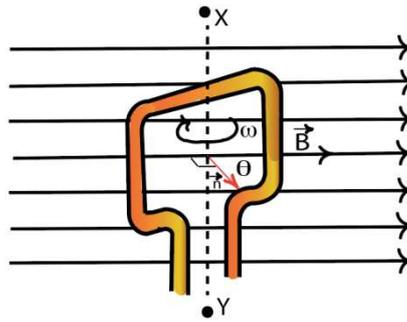
com $\varepsilon_{\max} = R \dot{i}_{\max}$.

²⁶ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=fxNfgGyPLe0>

A potência é dada por:

$$\text{Pot} = \varepsilon^2/R = i^2 R = (i_{\text{max}})^2 [\text{sen}(\omega t)]^2. \quad (24)$$

Figura 43: Espira girando em um campo magnético uniforme, com velocidade angular constante



Fonte²⁷:

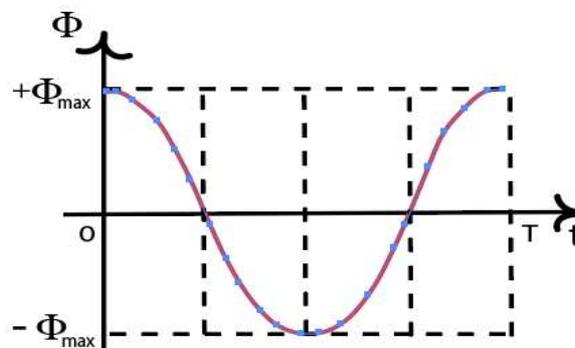
Seja θ o ângulo entre a normal \mathbf{n} ao plano da espira e o vetor \mathbf{B} . Admita que, no instante $t=0$, a espira é perpendicular às linhas de indução. Nesse instante, $\theta = 0$ e o fluxo magnético é máximo, então nesse caso:

$$\Phi_{\text{max}} = BA. \quad (25)$$

Em um instante t posterior, a espira gira de um ângulo $\theta = \omega t$, sendo que o fluxo magnético nesse instante valerá $\Phi = \Phi_{\text{max}} \cos \theta$, podendo ser escrito na forma:

$$\Phi = \Phi_{\text{max}} \cdot \cos \omega t \quad (26)$$

Figura 44: Gráfico da variação de Φ com o tempo em um período T



Fonte²⁸:

²⁷ <https://def.fe.up.pt/eletricidade/inducaao.html>

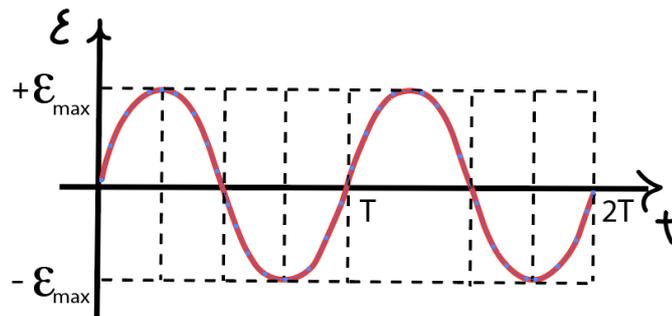
²⁸ <https://def.fe.up.pt/eletricidade/inducaao.html>

No gráfico da figura 44, representamos a variação do fluxo magnético Φ com o tempo para um período T , lembrando que $\omega = 2\pi/T$. A força eletromotriz, \mathcal{E} , induzida pela variação do fluxo magnético é dada por:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{\max} \text{sen } \omega t \quad (27)$$

com $\mathcal{E}_{\max} = \omega \Phi_{\max}$ então a forma da força eletromotriz que também tem unidade de ddp, ou seja volts Símbolo (V), então o gráfico da força eletromotriz é:

Figura 45: Gráfico da força eletromotriz induzida nos terminais da espira, em função do tempo, para dois períodos



Fonte²⁹:

Ao ligar um resistor de resistência R aos terminais da espira da figura 1, pela lei de Ohm, temos:

$$i = (\mathcal{E}_{\max} / R \text{ sen } \omega.t) \quad (28)$$

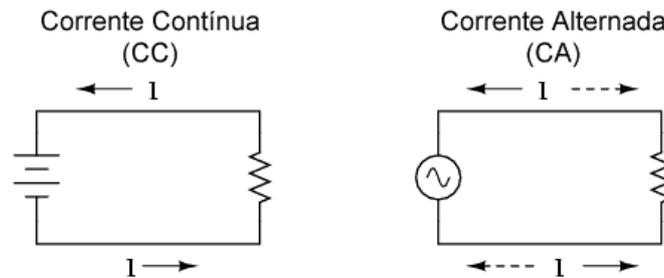
Essa é chamada de corrente alternada, que pode ser denominada eficaz, se dividirmos pela raiz quadrada. Denomina-se valor eficaz da corrente alternada a intensidade i_{ef} de uma corrente contínua que em um intervalo de tempo igual ao período T da corrente alternada, dissipa igual quantidade de energia em um mesmo resistor. Desta forma:

$$i_{\text{ef}} = i_{\max} / \sqrt{2}. \quad (29)$$

²⁹ <https://def.fe.up.pt/eletricidade/inducacao.html>

A simbologia pode ser comparada com da corrente contínua da seguinte forma:

Figura 46: Circuitos de corrente contínua e alternada



Fonte³⁰:

O professor entregará um material com várias questões prontas e ensinará como pode ser resolvidas. No final da aula os alunos devem apresentar o resultado dos vídeos dos experimentos sobre reflexão e refração feitos em casa e discutiu os resultados.

4.9 Oitavo Encontro-Sétima Aula: Transmissor e receptor na era das telecomunicações.

O objetivo desta aula é aprender como se constrói um transmissor de ondas de rádio FM. Para isso, vamos utilizar um vídeo

<https://www.youtube.com/watch?v=6o7IFC3RkXA> para juntamente com o professor guiar os estudantes nesta tarefa. O estudante deve entender o funcionamento de cada elemento e conectar com as leis físicas aprendidas nas aulas.

Nessa aula os alunos se reuniram com as mesmas equipes e receberam apostila, serão passados dois pequenos vídeos mostrando os elementos de um rádio e a construção da emissora de rádio FM.

Figura 47: Elementos de um rádio



Fonte³¹:

³⁰ <https://athoselectronics.com/corrente-alternada-continua/>

O professor deve trabalhar com seus alunos a importância de cada componente. Por exemplo, no transmissor a importância da antena é de transmitir ondas eletromagnéticas de rádio e no rádio a antena deve receber essas ondas. O professor deve pedir para os alunos que compare os componentes do circuito no caso do transmissor com o do receptor e pensem na pergunta, para o exemplo da antena.

Quais as mudanças introduzidas no dispositivo da antena, para mudar a função de transmissora para receptora de ondas de rádio?

A mesma estratégia pode ser usada para as outras funções nos dois dispositivos o transmissor e o receptor.

Os elementos ligados a bateria, no caso do rádio são os mesmos do caso transmissor?

Compare.

O professor não deve dar a resposta pronta. Deve levar os alunos a chegarem as suas próprias respostas. Outra pergunta interessante;

Quais as diferenças entre os dois dispositivos o transmissor e o receptor, ou seja, o que um tem que outro não tem?

Logo após essa tarefa o professor apresenta o rádio de Galena que deve ser comparado com os demais, para começar o debate entre os grupos sobre as diferenças e similaridades entre todos esses dispositivos.

Problema Desafio: As equipes devem montar uma programação de rádio.

As equipes devem iniciar em sala de aula a montagem da programação de rádio. Os alunos durante a aula montaram um esboço sobre o que será abordado em sua programação. Ao final da aula a professora pedirá que os alunos gravem uma programação e enviem o áudio. Deve estabelecer um prazo de uma semana para que toda a equipe envie. Os alunos usarão para realizar essa gravação dois celulares para realizar a tarefa em equipe.

4.10. Nono Encontro-Oitava Aula: Finalização da peça teatral.

Nesta aula no primeiro momento os grupos ouvirão o áudio da programação de cada equipe e depois farão comentários sobre o que ficou bom e o que poderia ser feito para melhorar.

³³ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Oi5ew46WBlk>

Em seguida se reuniram em grupos, sempre os mesmos, será entregue algumas atividades, mas cada grupo receberá uma apostila diferente seguindo o texto que os alunos haviam feito na primeira aula, mas agora terminarão de preparar seu roteiro

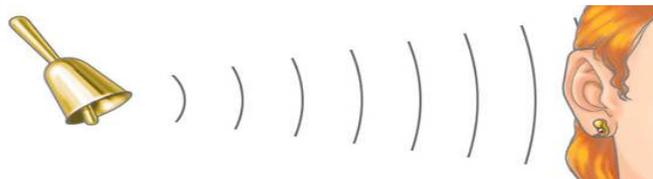
Nesse encontro o professor fará um comentário sobre os textos que os grupos produziram durante as aulas. Em seguida, os grupos se reunirão utilizando os textos produzidos e criarão um roteiro para o teatro já com a fala de cada personagem poderão utilizar como personagem colegas das demais equipes no roteiro. Os alunos terão um tempo cronometrado para apresentar o roteiro. Irão iniciar na aula a produção do roteiro sempre com professor mediador observando a interação de todos os integrantes da equipe e ao final da aula irão mostrar o que conseguiram produzir podendo finalizar em casa.

4.11. Décimo Encontro- Nona Aula: Avaliação Final de Conteúdo

Neste momento será aplicado um questionário final para medir o que os alunos aprenderam com o a intervenção didática. Também será aplicado um questionário, para ver a opinião dos alunos a respeito das atividades desenvolvidas, grau de dificuldade e motivação dos alunos. O objetivo desse encontro é medir o desempenho final dos alunos e obter a opinião dos estudantes em relação às estratégias utilizadas.

Quadro 6: Questionário Avaliação Final.

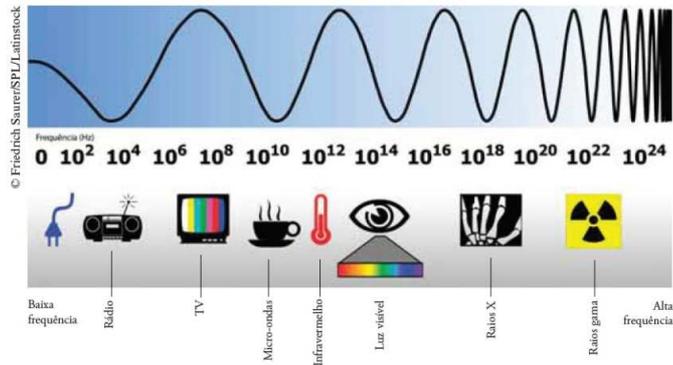
Questão 1: Qual figura representa a informação sendo passada por ondas mecânicas.



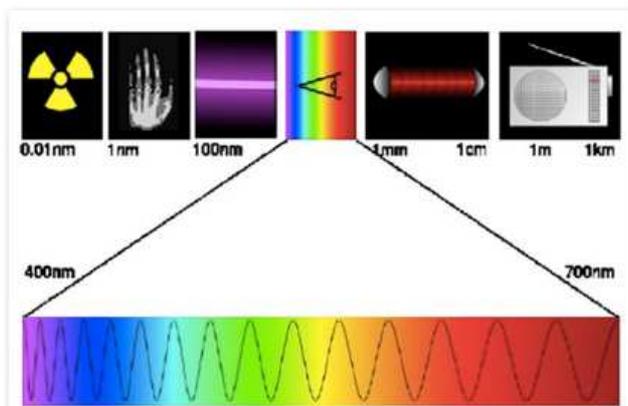
Questão 2: Indique a figura que melhor representa os elementos de uma onda transversal?



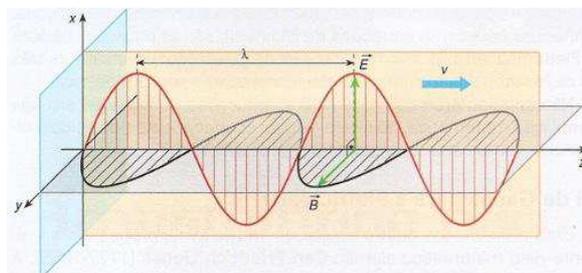
Questão 3: Qual a figura que representa frequência, período, comprimento de onda e intensidade de energia.



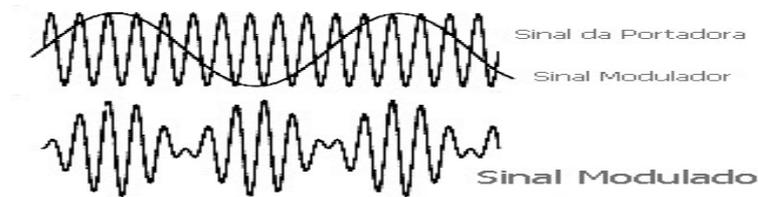
Questão 4: Coloque em ordem da onda com menor comprimento de onda para a de maior comprimento de onda.



Questão 5: Como a luz se propaga de uma estrela até nossos olhos na terra?

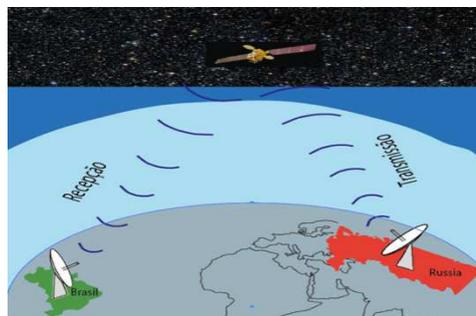


Questão 6: Questão sobre modulação das ondas.

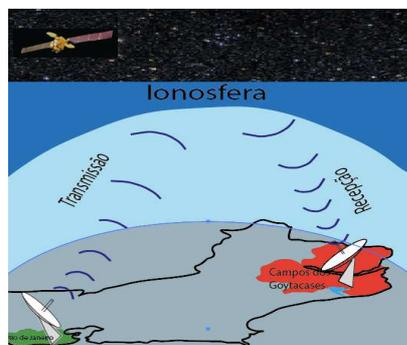


Questão 7: No Filme “O primeiro homem” que contou a história do primeiro homem que pousou na lua, Ney Armstrong se comunicava com a base de operações na Terra e entre eles. Qual a imagem que melhor representa como isso acontecia. Como os astronautas se comunicam no espaço?

Questão 8: Qual das figuras representa melhor a passagem da informação através de ondas de rádio FM. Que são aquelas com frequências acima de 100 MHz

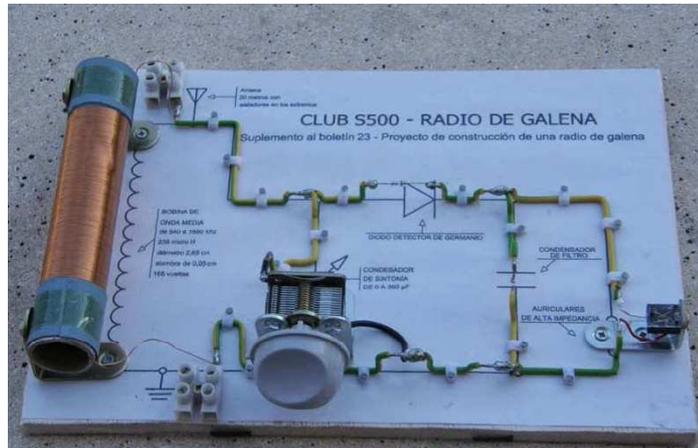


Questão 9: Qual das figuras representa melhor a passagem da informação através de ondas de rádio AM. Que são aquelas com frequência entre 10 kHz e 10 MHz.



Questão 10: Como as informações de áudio e imagem se propagam a longas distâncias via ondas de TV?

Questão 11: Na figura representa um rádio, escreva qual a função de cada elemento no rádio.



Questão 12: Sobre o transmissor de ondas de rádio. Indique os elementos que compõem esse dispositivo, e procedimento de seu funcionamento.

Fonte: O Autor

5 DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO DO PRODUTO

Neste capítulo serão relatadas todas as etapas da aplicação do produto.

5.1 Sequência didática

O produto educacional é uma sequência didática, aqui foi descrita sua aplicação em semanas de aula correspondentes ao 2º Bimestre, em uma turma de terceiro ano do ensino médio matutino da Escola Estadual José Cardoso de Moraes, localizada no município de São Sebastião do Alto. A turma era composta por 18 alunos. Em sua maioria os membros da classe eram oriundos do próprio município, havendo certa homogeneidade quanto à localização dos alunos, pois a maior parte reside na zona rural e necessita de condução escolar para chegar à escola.

A turma foi previamente sensibilizada para o trabalho a ser desenvolvido, não só quanto às características do material didático elaborado, mas também sobre a importância do engajamento de todos para que os objetivos desejados fossem alcançados. O material didático da proposta divide-se em dez momentos, etapas estas que foram estruturadas associando à física a construção de um teatro. Os momentos didáticos estavam focados na integração da história da física ao conteúdo abordado, na possibilidade da construção de uma atitude favorável para com o ensino de Física.

No quadro 7 são apresentadas às atividades realizadas durante aplicação da sequência e seus objetivos.

Quadro 7: Sequência das atividades aplicadas no produto

Momento/Data/2019	Objetivos	Atividades Realizadas
Pré-Aula: → 08/05	Busca dos conhecimentos prévios.	Respostas ao questionário
	Definição do gênero teatral.	Os alunos foram postos em grupo e escolheram o gênero de suas estórias.
	Aprofundar o conhecimento dos alunos através de vídeos históricos.	Foi pedida aos alunos que assistissem ao vídeo A História da Eletricidade Parte II: A era das Invenções.
	Motivar os alunos discutindo algumas perguntas do questionário.	Foram trabalhadas as questões sobre a emissão de luz pelo Sol comparado com as estrelas, como isso acontece e por que conseguimos observar da Terra.

Aula 1: → 15/05		
	Explicar os elementos básicos de uma onda.	Foram introduzidas aos alunos as noções básicas de uma onda: tipo, forma, comprimento de onda, frequência, período, etc. A partir de então uma série de atividades foram propostas.
	Exibição do vídeo	Os alunos assistiram em sala à 15 minutos do vídeo da BBC a história da eletricidade parte II: a era das invenções.
	Iniciar o conto teatral	Os alunos dentro dos grupos em seus gêneros começaram a escrever seus contos.
	Aprofundar o conhecimento dos alunos através de vídeos motivacionais e preparar o aluno para a segunda aula.	Foi pedido aos alunos que assistissem ao vídeo sobre o espectro eletromagnético em casa.
Aula 2: → 22/05	Entender as diferentes aplicações das ondas eletromagnéticas e onde elas aparecem. Relacionar os elementos de ondas discutidos na aula anterior.	Os alunos discutiram em sala de aula o vídeo sobre o espectro eletromagnético já visto em casa, mas agora com explicações do professor e conectando com elementos da onda.
	Relacionar frequência, período e comprimento de onda do espectro eletromagnético.	Em casa os alunos vão preparar uma tabela envolvendo as características da onda.
	Detalhar as ondas de Rádio e suas características, introduzir o mecanismo das telecomunicações, e a diferença entre a transmissão via amplitude modulada (AM) e Frequência modulada (FM)	É introduzido aos alunos questionamentos para os mesmos observarem situações problema envolvendo gravuras que representam a transmissão AM e FM.
	Entender os elementos envolvidos no microfone de indução, lei de Faraday e Lenz, ímã, bobina, antena etc. Estudar os tipos de misturadores que existem, para AM e FM.	Os alunos fazem atividades experimentais envolvendo montar e desmontar um microfone de indução.

	Introduzir o campo magnético como elemento formador do microfone e conectar um elemento natural que é a magnetita. Conectar com elementos da estória teatral.	Os alunos devem assistir em casa a um vídeo proposto sobre a magnetita, escrever um texto incluindo a jazida de magnetita em suas estórias teatrais.
	Entender a propagação das ondas eletromagnéticas no vácuo	Assistir a abertura do o filme contato e responder perguntas sobre as ondas eletromagnéticas relativas ao filme.
	Entender mais detalhes sobre a propagação de ondas no vácuo e conectar com a relatividade restrita aprendida no primeiro e segundo semestres. Introduzir elementos de astronomia.	Atividade para ser feita em casa. Enviar uma mensagem para Andrômeda e entender quanto tempo demora para essa mensagem chegar a está galáxia.
	Trabalho com os textos teatrais.	Os alunos, em grupo continuam a trabalhar as suas estórias, já lida pelo professor.
Aula 3: →29/05	Formalizar a compreensão sobre os imãs e seus instrumentos de medição (a bússola).	Foi exibido um vídeo sobre a história da bússola.
	Entender que a Terra tem um campo magnético.	Foi exibido um vídeo sobre o campo magnético terrestre.
	Comprovar experimentalmente a existência do campo magnético terrestre e suas características.	Foram dados para os grupos alguns imãs de neodímio, ferrite, e uma bússola foi realizado atividades experimentais para atingir o objetivo pretendido.
	Formalizar a compreensão sobre os imãs	Foi pedido que os alunos fizessem várias atividades sobre o campo magnético dos imãs, interação, se era possível montar formas de gerar movimento com os imãs e sobre o campo magnético da Terra.
	Introduzir o cálculo do campo magnético, trabalhado na lei de Biotsarvat. Incluir o cálculo com espiras e discutir as unidades envolvidas. Analisar os elementos novos no circuito calculando a relação entre potência, voltagem e corrente.	Voltando a usar o exemplo do microfone de indução foi pedido para os alunos calcularem (em casa) a relação do número de espiras com a voltagem e a corrente. Nesse momento foi pedido para os alunos assistirem novamente o vídeo da história da eletricidade parte II: a era das invenções.

Aula 4: → 05/06	Discutir o resultado das questões que os alunos fizeram na aula anterior.	A atividade agora além de corrigir a questão também discutir a diferença entre alta corrente e com alta voltagem. Que é o tema do vídeo histórico relatando a guerra das correntes. (corrente contínua x corrente alternada)
	Término das histórias teatrais	Os alunos, em grupo terminaram seus contos.
Aula 5: → 12/06	Retornar a ideia da informação sendo transmitida por cabos submarinos, tratado no vídeo. Mostrar a evolução dos cabos submarinos agora transmitindo luz.	A turma assistiu ao vídeo sobre os cabos submarinos, direcionados a conexão com o a história da ciência já apresentada e a origem do telegrafo.
	Introduzir a lei de Snell e o cálculo de índice de refração e os ingredientes para analisar a reflexão total, necessária para o entendimento do comportamento da luz dentro de um cabo submarino.	Os alunos visualizaram um experimento sobre reflexão e refração em sala de aula, contemplando o caso da reflexão total.
	Realizar atividades de fixação usando o tema de reflexão, refração e reflexão total.	O professor realizou em sala de aula a estratégia para resolução de problemas envolvendo o assunto. Os alunos, em grupo, responderam a diversas questões.
	Fixar os conteúdos dados em sala de aula fazendo novamente o experimento em casa.	Foi pedido aos alunos para fazerem o experimento da refração, reflexão chegando ao caso onde a reflexão é total. Foi pedido também que os mesmos, em grupo, filmassem o experimento realizado.
Aula 6: →19/06	Introduzir a questão da corrente alternada.	Os alunos foram direcionados para sala de vídeo para assistir sobre: A viagem na eletricidade – A corrente alternada.
	Revisar os aspectos básicos sobre corrente contínua dado no primeiro bimestre.	Os alunos acompanharam, no material disponibilizado, a resolução de exercícios feitos no quadro pela professora.
	Introduzir problemas operacionais sobre a corrente alternada	Os alunos acompanharam, no material disponibilizado, a resolução de exercícios feitos no quadro pela professora.
	Apresentação dos trabalhos propostos na aula anterior.	Os alunos apresentaram o resultado dos vídeos dos experimentos sobre reflexão e refração feitos em casa e discutiram tais resultados com a professora.

Aula 7: 26/06	Introduzir os componentes de um transmissor e receptor (Rádio).	Os alunos assistiram dois pequenos vídeos mostrando os elementos de um transmissor e receptor(rádio).
	Utilizar as estórias produzidas para trabalhar uma programação de rádio.	Os alunos se reuniram com as mesmas equipes e receberam uma apostila para cada equipe, adaptada as suas estórias, com roteiros explicando como introduzir a física.
	Contextualizar o funcionamento de um transmissor de ondas eletromagnéticas.	Construção da emissora de rádio FM.
Aula 8: 03/07	Supervisão da programação de rádio	Cada equipe apresentou suas produções em classe e discutiram com o professor possíveis modificações.
	Supervisão dos textos teatrais.	Término das estórias teatrais.
Questionário Final 08/07	Avaliação Individual do desempenho dos alunos	Aplicação de um questionário final mais abrangente que o inicial.

Fonte: O Autor.

Primeiro Momento – Questionário de coleta das concepções prévias

No primeiro momento, uma breve explanação sobre a proposta de aula diferenciada foi realizada previamente, na qual foi pedido aos alunos comprometimento e assiduidade. Inicialmente, houve uma conversa com a turma, informando que seria submetida uma pesquisa de mestrado da professora-pesquisadora e que as atividades realizadas seriam os instrumentos avaliativos do bimestre, portanto, seria necessária a presença de todos os alunos da turma. Foi deixado claro que os instrumentos de avaliação seriam as atividades realizadas a cada aula, a avaliação formativa no final sobre o assunto abordado e a participação nas tarefas.

A partir disso, iniciou-se a aplicação da sequência didática. Primeiramente foi solicitado aos alunos que respondessem a um questionário para coleta de concepções prévias acerca do conceito de ondas eletromagnéticas que são vivenciados no dia-a-dia. Os alunos no primeiro instante questionaram sobre como responderiam a um questionário se nem haviam estudado nada sobre o assunto.

A professora informou à turma que o questionário apresenta a função de coletar o conhecimento prévio, portanto, cada aluno deveria escrever como ele explica cada fenômeno

a partir dos conhecimentos que ele possui, sem se preocupar com certo ou errado, visto que não tiveram uma aula teórica sobre o assunto.

Durante aplicação do questionário que tinha 16 questões os alunos se mostraram preocupados, mas muito concentrados na elaboração das respostas e acharam interessante a associação. O quadro 8 mostra as questões aplicadas no questionário prévio.

Quadro 8: Questionário de conhecimentos prévios

Questão I: Você já ouviu falar de radiação (ou radiação eletromagnética) explique em sua opinião o que ela é e de onde pode vir?

Questão II: Quando observamos o céu à noite, conseguimos identificar vários objetos brilhantes chamados de estrelas e alguns planetas. Por que podemos vê-los no céu escuro?

Questão III: Em termo da visibilidade, o Sol é um corpo que emite luz própria, mas a Lua não. Porque conseguimos vê-la no céu noturno?

Questão IV: Diga com suas palavras o que é a luz?

Questão V: Quando entramos num quarto escuro, não vemos nenhum objeto. O que acontece quando acendemos a luz? Por que conseguimos ver os objetos e não somente as fontes de luz como no caso do céu noturno?

Questão VI: O calor que sentimos, mesmo quando não estamos ao Sol é algum tipo de radiação eletromagnética? Em caso afirmativo ou não, explique sua resposta?

Questão VII: À noite, ou durante o dia, conseguimos receber informações vindas da TV ou rádio. Explique com suas palavras por que isso acontece?

Questão VIII: Recentemente, estamos recebendo informações sobre a troca do sinal de TV de analógico para digital. Você saberia explicar algo sobre esse assunto?

Questão IX: Em muitas casas, temos a presença de antenas parabólicas e, em outras, uma antena que se parece com uma espinha de peixe. Explique a vantagem de uma em detrimento da outra e por que são necessárias?

Questão X: No seu celular você consegue realizar chamadas telefônicas e usar o Whatsapp. Como isso acontece? O mecanismo de um é o mesmo do outro? Envolve radiação eletromagnética?

Questão XI: Numa tempestade eletromagnética vemos primeiro a luz (relâmpago) e depois o som (trovão). Por que isso acontece? Tem haver com ondas?

Questão XIII: Como os astronautas se comunicam entre eles fora da nave ou com a base na Terra? No cinema está em cartaz um filme sobre a primeira aterrissagem na Lua, como eles mandaram as informações para a Terra?

Questão XIV: O cientista Roentgen, em 1895, fez um experimento sobre uma radiação emitida por elétrons altamente energéticos. Ele percebeu que alguns objetos que eram opacos para a luz visível não eram para esta radiação. Curiosamente, após vários experimentos com vários objetos, verificou que quando colocava a mão entre a fonte dessa radiação e uma chapa fotográfica se via a estrutura óssea da mão. Durante a guerra, os médicos usaram essa radiação para ver as fraturas dos soldados. Ela foi nomeada de raios X, que usamos até hoje. Essa radiação é a mesma que a radiação solar, ou qualquer outro tipo de radiação eletromagnética?

Explique o que você sabe sobre o assunto?

Questão XV: Explique a diferença entre rádio AM e FM? Qual eu posso escutar a mais longa distância?

Questão XVI: A estação da rádio Itacara pode ser sintonizada em Campos? Explique com suas palavras?

Fonte: O Autor.

A figura 50 mostra os alunos respondendo ao questionário aplicado.

Figura 50: Aplicação do questionário de coleta dos conhecimentos prévios



Fonte: Autoria própria.

Após aplicação do questionário a professora dividiu a turma em 4 equipes que trabalhariam juntos durante todas as aulas da aplicação da pesquisa foi realizado um sorteio sobre qual equipe escolheria primeiro o tema. Foram escolhidos os temas: Guerra, Ficção científica, Espionagem e Documentário.

Atividade de casa: A professora pediu aos alunos para assistirem em casa o vídeo a História da Eletricidade Parte II: A Era das Invenções:

<https://www.youtube.com/watch?v=35rwA8F3sgYh?v=t5m-9vjCe1g>

Segundo Momento – vídeos: A História da Eletricidade Parte 2: Na era das invenções.

Nesse encontro foram passados slides sobre ondas, os tipos de ondas, as ondas eletromagnéticas. Foram abordadas algumas questões que estavam no questionário para tirar dúvidas sobre o assunto.

O objetivo desta aula é retornar algumas questões aplicadas no questionário prévio, buscando conectar o cotidiano do aluno aos objetos da aula e fazer com que o estudante perceba o mundo a sua volta. Ao final da aula o aluno será capaz de entender a origem das ondas eletromagnéticas nas estrelas, como a luz das estrelas chega até a Terra, conhecer as partes do espectro eletromagnético e onde são aplicados, os tipos de ondas e a matemática envolvida.

- 1- Quando você olha para o céu noturno você vê as estrelas brilharem, ou seja, emitirem luz visível (um tipo de onda eletromagnética) e o Sol, que também é uma estrela, também emite?
- 2- Como o Sol e as Estrelas emitem luz visível?
- 3- Porque podemos perceber essa luz visível na Terra?

No primeiro momento dessa aula foram apresentados alguns slides para explicar o conteúdo apresentado nas três questões acima dadas no questionário prévio. Após apresentação dos slides e todas as dúvidas sanadas os alunos deslocaram até a sala de vídeo onde assistiram os 15 minutos iniciais do vídeo episódio 2. A História da Eletricidade Parte 2: Na era das invenções. A figura 51 mostra cena do vídeo que foi passado aos alunos na primeira aula que aborda sobre a História da eletricidade.

Figura 51: Assistindo Vídeo: A História da Eletricidade Parte 2: Na era das invenções



Fonte³⁴:

Os alunos já haviam assistido ao vídeo em casa, após assistirem novamente foi realizada troca de ideias sobre Faraday e magnetismo. Após essa troca de informações, dúvidas e curiosidades os alunos retornaram para sala de aula. A figura 52 mostra o momento que os alunos estavam na sala de vídeo da escola assistindo o vídeo parte 2: Na era das invenções.

³⁴Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=35rwA8F3sgYh?v=t5m-9vjCe1g>

Figura 52: Assistindo Vídeo: A História da Eletricidade Parte 2: Na era das invenções.



Fonte: Autoria própria.

O vídeo assistido trabalha sobre a parte da história da Ciência, para que o aluno possa compreender como a história da tecnologia utilizada hoje começou.

O primeiro experimento abordado no vídeo mostra o experimento de Oersted que ao passar uma corrente elétrica em um fio de cobre e aproximá-lo de uma bússola pôde observar que isso fazia a agulha da bússola girar. O experimento de Faraday consiste em um ímã mergulhado em um eletrólito e um fio condutor pendurado ligado por uma bateria, Faraday verificou que ao ligar a bateria o fio começava a girar em torno do ímã. O segundo experimento de Faraday aborda variação do campo magnético que gera corrente elétrica. O último experimento abordado no vídeo mostra o disco de Faraday que motivou o telégrafo. É o mesmo princípio da indução o disco de Faraday é um gerador elétrico, transforma força magnética radial no disco em corrente elétrica.

No segundo momento os alunos se reuniram com as equipes correspondentes e com o estilo do texto escolhido produziram o primeiro texto da sequência. Os alunos estavam livres para escrever utilizando sua criatividade seguindo os temas escolhidos. A figura 53 mostra os alunos reunidos produzindo o primeiro texto da sequência seguindo os temas escolhidos no primeiro dia.



Arte Produzindo o Texto Teatral

Crie uma história, que vocês deverão interpretar ao final do bimestre, envolvendo as ondas eletromagnéticas e a Física envolvida.

Gênero da Peça Teatral								
Ficção Científica	Catástrofe	Comédia	Documentário	Espionagem	Policial	Guerra	Mistério	Aventura

Para começar a História								
Há muito tempo em uma galáxia distante ...	Tudo começou quando o céu ficou estranho então ...	Naquele bela tarde de sábado ...	Tesla X Marconi	A missão era roubar as plantas para a montagem de um rádio amador ...	Tudo começou quando, na academia de polícia o comissário recebe um telefonema ...	A missão era resgatar uns prisioneiros de guerra e descobrir os planos das tropas inimigas quando...	Tudo se passa na mansão do Dr. Thomas Edson quando, cientistas trabalhando no laboratório subterrâneo escutam uma explosão ...	Naquele manhã o caçador de antiguidades Henry Jackson teve a ideia de viajar para o ...

Figura 53: Aplicação dos temas escolhidos



Fonte: Autoria própria

Os alunos se reuniram em equipes e produziram um texto abordando um assunto qualquer que utilizasse os gêneros escolhidos. Foi entregue para cada equipe algumas atividades que deveriam ser feitas em casa e entregue na aula seguinte.

O quadro 9 mostra os primeiros textos da sequência produzidos seguindo os temas escolhidos no primeiro dia.

Atividade para casa: Deve-se pedir para os alunos assistirem o vídeo que será trabalhado na próxima aula. Aborda sobre o espectro eletromagnético: <https://www.youtube.com/watch?v=-C2erXakQIQ>

Foram dadas algumas questões de vestibular para os alunos realizarem em casa são atividades de fixação.

Quadro 9: Construção de Textos do Teatro

Construção de textos do teatro

Equipe 1: Guerra

Nos meados do século XVII, durante a Guerra do Chaparall, havia duas potências disputando domínios territoriais e econômicos. De um lado os bárbaros da Suécia e do outro os Vikings da Polônia.

Na batalha de Plaqtudum os Vikings levaram a melhor sobre os bárbaros, conseguiram conquistar uma parte territorial e fizeram vários prisioneiros do império dos bárbaros.

A missão dos bárbaros era resgatar seus soldados e descobrir os planos das tropas inimigas quando tiveram a ideia de construir um comunicador para se comunicar entre si.

Fizeram o rádio com uma placa de metal e usaram circuitos que necessitava das ondas eletromagnéticas, com isso se dividiram em duas tropas e uma se dirigiu para o norte e a outra para o sul.

Esse rádio usava um dispositivo com cabos condutores que podiam se comunicar a um alcance de 5 km.

No dia sete de maio do século XVII, os bárbaros cercaram os Vikings na sua base e os derrotaram, conseguindo resgatar seus companheiros e ficou consagrado como os grandes vencedores, o rádio comunicador foi uma das grandes ferramentas que fizeram os bárbaros ganharem a guerra, pois conseguiram se organizar em guarda para fazer o ataque e falar a posição dos inimigos.

Equipe 2: Ficção Científica

Há muito tempo em uma galáxia distante surgem os primeiros raios de energia e as primeiras ondas eletromagnéticas.

Diante disso, começaram os estudos para o aprofundamento de como a energia poderia ser gerada e transmitida para o mundo. Naquela época, existiam cientistas que tinham interesse no assunto.

Várias experiências foram feitas, a maioria delas eram muito bizarras. Eles realizaram experiências com humanos, animais e sempre acontecia algo de errado com quem servia de cobaia, mas por outro lado eles sempre descobriam alguma coisa diferente que fazia com que surgissem novas ideias.

Durante muitos anos essa tese de experimentos se expandia, alguns cientistas tinham interesse porque o desejo era de apenas descobrir um modo, para que o mundo ficasse iluminado e que em algum tempo da vida as pessoas tivessem acesso a tecnologia através de energia, mas também existiam os que só tinham interesse no dinheiro investido, na fama e no reconhecimento.

Depois de muitos estudos, experiências e conflitos entre os interessados surgem o curioso Tesla que deu início aos estudos que terminaram de descobrir como era gerada a energia. Graças a essa grande descoberta, hoje temos luz por onde andamos, temos acesso à tecnologia como TV, rádio e outros que se derivam da força da radiação e das ondas eletromagnéticas.

Hoje não conseguimos mais sobreviver sem este mundo iluminado e cheio de energia que foi descoberto.

Equipe 3: Espionagem

Um homem muito inteligente, conhecido como Max, teve uma grande ideia. Iniciou então uma série de experimentos como ondas eletromagnéticas, a partir dos estudos de espectro.

Depois de certo tempo de tentativas, pesquisas, estudos, o experimento de Max deu certo. Ele o nomeou de rádio. O rádio conduziria informações, por meio das ondas eletromagnéticas, mas aquilo não chamou a atenção de ninguém e acabou sendo mais um experimento sem importância. Ele então resolveu que continuaria trabalhando nessa pesquisa e faria algumas modificações.

Só que um belo dia, Max foi surpreendido por Robes, um também pesquisador, que havia ficado interessado nesse experimento. Robes propôs a Max uma sociedade dizendo que aquilo lhe traria muito dinheiro. Nada feito!

Max não estava interessado no dinheiro ele queria ter o nome dele marcado na história da humanidade. Robes nada conformado com isso resolveu roubar a ideia de Max, como era

Equipe 4: Documentário

Tudo teve início com os físicos e matemáticos James Clerk Maxwell que encontrou uma ligação entre a eletricidade e o magnetismo mudando todo o rumo da história.

Baseando-se nas Leis de Ampère, Faraday e Coulomb, o físico deu-lhes outro olhar, formando assim as conhecidas “Equações de Maxwell” que são a base do eletromagnetismo.

Maxwell foi o primeiro a demonstrar que o deslocamento de uma carga elétrica dá-se origem ao campo magnético. A interação dos campos é responsável pelo surgimento das ondas eletromagnéticas, mas somente depois de nove anos, o físico Hertz confirmou a existência de ondas.

Maxwell afirmou que todas as ondas eletromagnéticas se propagam no vácuo com velocidade da luz e a luz é uma onda eletromagnética.

um homem com condição financeira boa, contratou espões para ficarem na cola de Max.

Dois meses de espionagem se passaram e eles não tinham conseguido nada ainda, foi quando Max precisou comprar algumas coisas e os espões invadiram sua casa. Eles roubaram todas as anotações e pesquisas sobre o então rádio. A partir daí, Robes realizou todos os passos anotados (com as modificações feitas por Max) e colocou o rádio funcionar. Como era uma pessoa mais conhecida, seu trabalho rapidamente repercutiu e entrou para o mercado.

Max o denunciou e processou. Foi um longo período de briga na justiça para provar que a descoberta era de Max, mas o pobre coitado ficou muito doente e acabou falecendo, enquanto Robes ficaria ainda mais rico com sucesso do rádio.

Só muitos anos depois de morto que Max teve sua descoberta e seu trabalho reconhecido perante a justiça e á todos. E sua descoberta faz parte de nossas vidas até hoje, seja sintonizando AM ou FM.

Agora voltando ao físico Hertz, vamos explicar melhor como foi essa confirmação. Em sua sala de experimento na escuridão absoluta ele pode finalmente ver uma fásca microscópica e determinou que fosse eletricidade.

Em sua série de experimentos decretou a frequência e o tempo de propagação das ondas eletromagnéticas. Muito ocupado com suas experiências e com dedicação total a ciência, Hertz não estava preocupado em ganhar dinheiro com sua descoberta. Por outro lado Marconi de apenas 20 anos leu um relatório sobre o trabalho de Hertz e teve a brilhante ideia de aproveitar a descoberta na transmissão de notícias, sem usar fios.

Até então as informações só podiam ser transmitidas com auxílio de um cabo. Marconi montou um laboratório em sua casa e dois anos depois conseguiu acionar uma campainha a nove metros de distância.

Pouco mais tarde, transmitiu um sinal ao irmão que estava a 2 km, foi provado que as ondas eletromagnéticas atravessam paredes, montanhas até mesmo a escuridão misteriosa.

A partir daí, sucederam-se várias invenções baseada no mesmo princípio. A descoberta das ondas eletromagnéticas foi sem dúvida o mais belo acontecimento da física, foi graças à descoberta das propriedades dessas ondas que hoje podemos ouvir música, notícias nos rádios, assistir programas de TV, acessar a internet, aquecer alimentos em micro-ondas e mais uma infinidade de coisas.

Fonte: Autoria própria.

As equipes sentiram muita dificuldade na elaboração dessa atividade, disseram que era algo novo totalmente diferente e que não tinham ideias para elaboração do texto, mas ao final todas as equipes conseguiram realizar atividade.

Terceiro Momento – vídeo filme “O contato”

O objetivo desta aula é entender as diferentes aplicações das ondas eletromagnéticas. A segunda aula começa com uma discussão sobre o vídeo deixado na aula anterior para os alunos assistirem em casa sobre o espectro eletromagnético previsto por Maxwell e observado pela primeira vez por Hertz. Nessa aula o enfoque é nas ondas de rádio foi levado pelo professor um microfone de indução, para desmontarem mostrando que a onda mecânica transmitida pela voz (onda mecânica longitudinal) pressiona o diafragma e faz mover a bobina para dentro e para fora transformando energia mecânica em energia elétrica, ou seja, lei de Faraday. Variação de campo magnético, devido ao movimento da bobina em direção do imã permanente, gera corrente elétrica na bobina.

Em seguida os alunos assistirem o início do filme “O Contato” que tem duração de uns 10 minutos.

Figura 54: Filme “O contato”



Fonte³⁵:

Os alunos assistiram duas vezes ao filme. Na sala se reuniram com a mesma equipe formada na primeira aula e foi entregue pelo professor uma apostila que aborda o conteúdo sobre espectro eletromagnético, a diferença de frequência entre AM e FM, onde elas atuam e a função do microfone. Após abordagem do conteúdo que levou aproximadamente 25 minutos, os alunos já em grupo responderam algumas questões relacionadas ao material e ao vídeo. O quadro 10 mostra as questões aplicadas aos alunos sobre o vídeo assistido.

Quadro 10: Questões sobre o vídeo “O contato”

- 1- Por que nessa passagem estamos ouvindo som no espaço se não temos um meio para propagar o som? O som como vimos é uma onda longitudinal, precisa de um meio para propagar.
- 2- Como os astronautas se comunicam no espaço, fora da nave com roupas especiais?
- 3- Através de comunicadores que captam ondas sonoras transmitidas pelos satélites enviam para a nave.
- 4- Músicas, reportagens transmitidas por rádios FM. A medida que a imagem se distancia da Terra pode ser ouvir uma música conhecida em um breve momento.
- 5- São relatadas duas datas 1939 e 1941, a primeira de 1939 vai se propagando pelo espaço à medida que nos afastamos da Terra e em certo momento essas ondas sonoras são enviadas a Terra por uma vida extraterrestre e quando volta para a Terra às datas são outras.
- 6- Veríamos primeiro a transmissão da copa de 1954, por que as ondas emitidas se propagam pelo espaço e quando volta para a Terra à data será outra.
- 7- São transmitidas ao espaço a uma velocidade da luz no vácuo.

Fonte: Autoria própria.

Terminada a atividade as equipes produziram um texto utilizando os gêneros escolhidos no início da aplicação desse material abordando sobre as ondas de rádio. Durante

³⁵Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=R2xps7RYZzM>

atividade foi entregue um ímã para cada equipe como forma de interação, após o término das atividades um aluno ficou brincando de tiro ao alvo com ímã no armário da escola ficaram encantados de poder manusear esse material.

A figura 55 mostra esquema para orientar os alunos a iniciar suas histórias e a figura 56 mostra imagem dos alunos produzindo o segundo texto da sequência sobre as ondas de rádio de acordo com o vídeo assistido.

Figura 55: Esquema de orientação



Produzindo o Texto Teatral

Crie uma história, que vocês deverão interpretar ao final do bimestre, envolvendo as ondas eletromagnéticas e a Física envolvida.

Gênero da Peça Teatral								
Ficção Científica	Catástrofe	Comédia	Documentário	Espionagem	Policial	Guerra	Mistério	Aventura

Para começar a História								
Há muito tempo em uma galáxia distante ...	Tudo começou quando o céu ficou estranho então ...	Naquela bela tarde de sábado ...	Teia X Marconi	A missão era roubar as plantas para a montagem de um rádio amador ...	Tudo começou quando, na academia de polícia o comissário recebe um telefonema ...	A missão era resgatar uns prisioneiros de guerra e descobrir os planos das tropas inimigas quando...	Tudo se passa na mansão do Dr. Thomas Edson quando, cientistas trabalhando no laboratório subterrâneo escutam uma explosão ...	Naquela manhã o caçador de antiguidades Henry Jackson teve a ideia de viajar para o ...

Fonte: Autoria própria

Figura 56: Aplicação dos temas escolhidos



Fonte: Autoria própria

Os textos produzidos seguem abaixo:

Atividade para casa: Assistir ao vídeo sobre a construção de um microfone <https://www.manualdomundo.com.br/2017/03/microfone-de-lapela-caseiro/>

Foram passadas para casa algumas situações para os alunos analisarem e responderem para ser discutida na aula seguinte.

Quadro 11: Construção de Textos do Teatro

Construção de textos do teatro

Equipe 1: Guerra

Em uma galáxia muito distante a milhões de anos atrás, existia um planeta não habitado cheio de recursos muito importantes que serviam de combustíveis para as máquinas e para as naves.

Havia batalha de diversos grupos de alienígenas para conquistar esse planeta. Antes de batalhar entre si o líder dos Desbravadores teve a ideia de se reunir com outro exército, os Mercurianos.

Criaram um dispositivo capaz de se comunicar além do espaço, para quando forem batalhar falar um com outro sobre a localização do inimigo, planejar as estratégias de ataque e defesa, esse aparelho deram o nome de Walkie-talkies, mas para isso tiveram que criar um satélite para estabelecer a comunicação que captava e passava informações em forma de ondas eletromagnéticas.

No dia do confronto final, depois de muita luta e morte, os Desbravadores e os Mercurianos saíram vitoriosos, pois a estratégia de usar um telecomunicador foi perfeita e crucial para a conquista do planeta usou a frequência FM no espaço, pois com AM não conseguiram se comunicar, com isso venceu a disputa e arrumaram uma arma infalível de defesa e ataque.

Equipe 2 Ficção Científica

Já era quase noite, quando um grupo de físicos planejava um experimento no laboratório XTZ, mas para concluí-lo era preciso de um elemento muito importante, porém este elemento estava nas mãos de um grande físico também amigo dos outros cinco do grupo.

Foi quando eles então lembraram que Jhon, o importante cientista e físico estava preso por sua fama de exportar elementos químicos ilegalmente. A partir daí, deixaram o planejamento laboratorial por um tempo, para elaborar um plano infalível de resgate.

O desafio era muito grande, pois ele ficara preso em uma penitenciária existente em alto mar que era desconhecido e sem localização. O primeiro desafio foi criar uma bússola para a difícil localização, depois de criada conseguiram a localização da cadeia e passaram a observar a vigilância da prisão, já surgindo outro desafio para que conseguissem resgatar Jhon.

Depois de meses eles descobriram que haveria uma transferência, a partir disso os físicos do grupo raptaram os policiais que transportara Jhon, pegaram as roupas deles e então conseguiram resgatá-lo.

Concluiu o plano de resgatá-lo, Jhon os apoiou e o experimento para a melhor transmissão de rádio foi concluída.

A inocência de Jhon foi provada e tudo terminou bem com reconhecimento de todos.

Equipe 3: Espionagem

Tesla, um grande estudioso teve a ideia de construir um rádio. Porém, as grandes empresas criaram muitas discórdias, uma vez que Tesla não tinha a intenção de ganhar lucros, com isso. Esse rádio funcionaria através de um sistema de transmissão sem fio, espalhando essa transmissão por todo canto da cidade.

Quando o trabalho de Tesla estava praticamente concluído, um furto aconteceu. Tesla precisou sair às pressas de casa para ajudar um amigo e quando voltou todas as suas anotações tinham desaparecido. Ele imediatamente acionou a polícia local e contou o que aconteceu. As investigações começaram naquele mesmo dia.

A casa de Tesla foi toda isolada era permitida apenas a entrada dos investigadores. A pessoa ou as pessoas que realizaram o furto foram bem espertas, mas acabaram deixando rastros. Foram encontradas digitais de duas pessoas, Enrico e Lopes foram encontrados e detidos pela polícia.

Eles foram interrogados e houve um acordo para que eles entregassem o mandante do crime, em troca teriam uma redução na pena. Eles confessaram para a polícia que o mandante do crime era um homem chamado de Marconi e só

Equipe 4: Documentário

Em uma galáxia muito distante havia um planeta Aton que trazia discórdia para com o resto da ligação dos planetas. A OPU (Organização dos Planetas Unidos) tinha a finalidade de manter a paz entre os planetas e as galáxias. Então foi enviado um grupo de elite para se infiltrar no planeta e descobrir os planos e fraquezas de seu mandante Ronald Trupy.

Nesse planeta existia um grande exército equipado com armas a laser que poderiam acabar com um planeta inteiro, uma tecnologia não partilhada que levou a traição com os outros. A OPU sabia o grande exército que enfrentaria, mas não se dava conta do perigoso arsenal que combateriam. Contou então com o auxílio dos planetas ameaçados e os senhores das estrelas.

Foram então em um combate mortal entre o poderio da OPU e as forças rebeldes de Aton. Houve muitos mortos e feridos entre ambos os lados.

Não havendo a rendição das forças do planeta Aton, o poderio da OPU optou pelo aniquilamento dos atonyanos.

aceitaram esse serviço porque estavam precisando de dinheiro, passavam necessidade. Marconi foi preso, condenado e teve seu nome jogado na lama.

Tesla recuperou seu projeto e o colocou em prática, seu rádio foi transmitido para toda cidade pelo sistema sem fio e de graça para a população. Muito mais que só reconhecimento Tesla entrou para a história.

Fonte: Autoria própria.

Quarto Momento – O Campo Magnético terrestre

O objetivo desta aula é formalizar a compreensão sobre os ímãs e seus instrumentos de medição (a bússola); entender que a Terra tem um campo magnético; comprovar experimentalmente a existência do campo magnético terrestre e suas características.

Na quarta atividade os alunos foram logo direcionados para sala de vídeo. Na figura 58 mostra imagem do primeiro vídeo dado no quarto momento sobre a História da bússola. Na figura 59 mostra imagem do segundo vídeo dado aos alunos sobre o Campo Magnético da Terra. A figura 60 mostra os alunos na sala de vídeo assistindo aos vídeos que foram relatados.

Figura 57: A história da Bússola



Fonte³⁶:

Figura 58: O campo magnético da Terra



Fonte³⁷:

³⁶ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=kKPBZbjZzek>.

³⁷ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=9SyLGsBBdVE>

Figura 59: Assistindo aos vídeos: “A história da Bússola” e “O campo magnético da Terra”



Fonte: Autoria própria

Deve relacionar o vídeo assistido ao experimento de Oersted foi introduzido na primeira aula, mostrar como uma corrente elétrica interferia no funcionamento de uma bússola, provando que possui propriedades magnéticas.

Em seguida retornaram para sala de aula e reuniram-se em equipes (sempre os mesmos desde a primeira aula), foi entregue apostila para o início da explanação da professora sobre o que havia sido visto no vídeo. Foi entregue vários ímãs para cada equipe para iniciar atividade.

a) Na primeira questão

Passo 1: Identificar os pólos magnéticos dos ímãs que foram dados para vocês.

b) No passo 2: Usar a limalha de ferro para verificar as linhas de campo magnético dos ímãs.

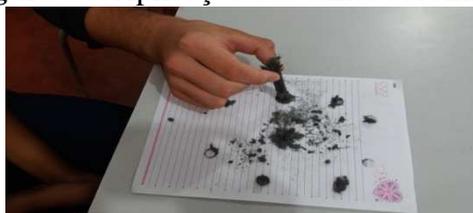
c) No passo3: A História da Bússola

Mostrar o comportamento de uma bússola.

d) No passo 4: O campo magnético da Terra

Na figura 60 mostra imagem dos alunos manuseando os ímãs para verificar o campo magnético.

Figura 60: Aplicação dos temas escolhidos



Fonte: Autoria própria

O objetivo dessa aula ainda é formalizar o conhecimento através dos cálculos, então foi pedido para os alunos retornarem ao sistema do microfone de indução, para realizarem

alguns cálculos relativos ao campo magnético do ímã para N espiras com raio R . Essa atividade ajuda o estudante entender que tensão e corrente são duas grandezas inversamente proporcionais. Para manter a mesma potência pode ter duas formas, ou aumentar a corrente, ou aumentar a tensão. O vídeo passado na aula anterior para os alunos assistirem em casa ajudou na compreensão do conteúdo ensinado na sala de aula.

Os alunos ficaram um pouco livres para fazer outros experimentos com outros ímãs e montar brinquedos que possam ter movimento, como carrinhos e pêndulos.

Na atividade relacionada ao texto teatral as equipes escolheram o cenário aonde vai se passar a história e os personagens principais da peça.

Atividade para casa: Assistir em casa novamente o vídeo da história do eletromagnetismo parte II: a era das invenções, na parte da guerra das correntes

Quinto Momento– Produção Textual

Nesse dia os alunos continuaram fazendo cálculos sobre corrente elétrica e terminaram as atividades da aula anterior e produziram texto sobre todo o conteúdo que estudaram até aquele momento. Nessa atividade apenas a equipe 3 não conseguiu produzir o texto pedido.

O professor passou o vídeo do manual do mundo que aborda sobre a construção de uma mini bobina Tesla, parecida com a do vídeo, que pode ser verificado no link:

<https://www.youtube.com/watch?v=w2bZGKNwB4Y>

O professor relacionou o papel das espiras no cálculo da tensão gerada pela bobina. E levantaram a questão do por que a lâmpada acende.

Os textos produzidos seguem apresentados no quadro 12.

Quadro 12: Construção de Textos do Teatro

Construção de textos do teatro

Equipe 1: Guerra

Em uma galáxia distante, havia um planeta dominado pelos extraterrestres chamados de Destemidos que viviam nesse lugar muito bem entre si, porém foram invadidos por outro povo do espaço chamados de Forasteiros, que estavam em maior número de pessoas.

O líder dos Destemidos teve uma brilhante ideia de construir uma máquina que atraísse as armas do oponente, para que eles ficassem desarmados, como uma espécie de um ímã.

Nesse planeta havia um metal chamado Magnetita que atraía outros metais e mandou seus soldados construir de forma rápida esse ímã gigante.

Equipe 2: Ficção Científica

Em uma manhã de verão, um cientista chamado Julião, observava o céu e pensava que poderia existir um tipo de energia que fizesse uma pessoa se comunicar com outra em planetas diferentes.

Foi assim que depois de muitos estudos ele se lembrou das torres e satélites que transmitiam sinais através de ondas. Decidiu pesquisar mais a fundo sobre o assunto e descobriu materiais para realizar os primeiros testes e que existiam aparelhos movidos a energia que seria capaz de emitir sinais para satélites e antenas. Então ele já sabia como fazer os testes, mas

<p>Quando os forasteiros chegaram perto do habitat dos Destemidos, suas armas, espadas começaram a ser puxados para o lado dos Destemidos.</p> <p>Os Forasteiros ficaram em choque com essa “coisa” e começou a se retirar do planeta o mais rápido possível. Os Destemidos tinham acabado de inventar uma das armas mais poderosas do universo e uma grande forma de se defender dos invasores.</p>	<p>não sabia onde encontrar os materiais, dias depois ele conseguiu parte deles, mas para que o teste fosse realizado precisaria de todos.</p> <p>Depois de certo tempo ele conseguiu o restante e também um aparelho chamado espectrômetro (medidor de ondas), depois de um teste feito ele mediu as ondas do aparelho criado por ele e do rádio e percebeu que eram as mesmas ondas, só eram mudadas a frequência de emissão. Dessa forma seria possível transmitir sinais para comunicar a distância.</p>
<p>Equipe 3: Espionagem</p>	<p>Equipe 4: Documentário</p> <p>No ano de 1880, o estudante de ciências KcireSocram foge da casa de seus pais adotivos, Alberto Cobalt e DanisCobalt, com apenas 11 anos foi abduzido por Strungues para o planeta Asgarlim. Ao passar 40 anos Kcire começa a criar um meio de Teletransporte utilizando ondas eletromagnéticas e velocidade da luz, que lhe daria um mínimo tempo, por conta da energia escassa de seu planeta que provém à maior parte de gás nitrogenado e micromoléculas de étermano.</p>

Fonte: Autoria própria.

Sexto Momento: Os Cabos Submarinos

Essa aula aborda a ideia de cabos submarinos relatada no vídeo a história da eletricidade parte II: a era das invenções foi aprimorada, com a descoberta de novas técnicas e novos materiais dando origem a cabos submarinos mais resistentes e usando fibra ótica, transportando o sinal através de pulsos luminosos e não pulsos elétricos como apresentado no vídeo. Nos dias de hoje esse sinal é digital a física envolvida nessa técnica é a reflexão total.

Primeiramente a turma foi direcionada para sala de vídeo, onde assistiram a dois vídeos um sobre os Cabos submarinos e outro sobre reflexão total.

O vídeo inicia contando como esses cabos submarinos são transportados por navios especialmente construídos para esse feito. Mostra que 80% de todas as transmissões viam telefone e computadores são feitos graças a esses cabos. Os cabos protegem um minúsculo filamento de vidro da espessura de um cabelo, chamado de fibra ótica que transportam o raio de luz de um laser.

A transmissão de luz ao longo das fibras óticas é baseada no fenômeno da reflexão total. Cada fibra é basicamente constituída de dois tipos de vidros de índice de refração diferentes. A parte central da fibra, o núcleo, é feito de um vidro com índice de refração maior que o vidro da camada envolvente, a casca.

A figura 61 mostra imagem do vídeo assistido pelos alunos sobre os Cabos Submarinos.

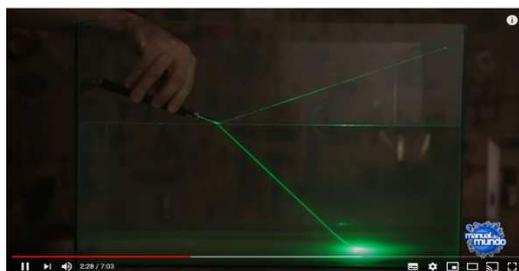
Figura 61: Vídeo: Os Cabos Submarinos



Fonte³⁸:

Na figura 62 mostra imagem do vídeo de uma experiência sobre reflexão total que em seguida foi realizada em sala de aula após o vídeo.

Figura 62: Vídeo do experimento sobre a reflexão total da luz



Fonte³⁹:

Foi feito um levantamento de informações que nunca imaginaram sobre a possibilidade de existir cabos submarinos, como a internet fibra ótica existe como é tão minucioso e os cuidados que deve ter nesse procedimento.

³⁸ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=k5rmchMHyq8>

³⁹ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=gqkSfAfy30>

Figura 63: Assistindo ao vídeo: Os cabos submarinos



Fonte: Autoria própria

Os alunos retornaram para sala de aula para visualizar um experimento realizado pela professora que foi apresentado no vídeo 2, na figura 62 sobre reflexão total da luz. Os alunos ficaram encantados com o experimento “Como entortar raios de luz com açúcar”. Foram utilizados seguintes materiais: vasilha com água, açúcar e lente.

Após os alunos visualizarem o experimento que os deixaram encantados a turma se reuniu com as equipes (as equipes foram sempre às mesmas em todas as aulas) foi dada uma apostila com algumas questões mais complexas de cálculo já resolvidas, para que os alunos conheçam parte da reflexão da luz. Outras questões os alunos resolviam em equipe.

O feixe refletido atinge novamente a superfície de separação com ângulo maior que o limite, e o fenômeno vão se repetindo até a luz emergir pela outra extremidade da fibra, com uma perda muito pequena de energia. Cada fibra óptica é extremamente delgada podendo passar pelo buraco de uma agulha.

Figura 64: Imagem comparativa a fibra óptica a um buraco de uma agulha



Fonte: Autoria própria

Atividade para casa: Foi pedido para as equipes realizarem o experimento e gravarem para ser apresentada a turma na aula seguinte.

Sétimo Momento: Corrente Alternada

O objetivo dessa aula é entender a história da ciência na introdução da corrente alternada seu funcionamento, matemática envolvida e a diferença entre a corrente contínua. Os alunos foram direcionados para sala de vídeo para assistir sobre: A viagem na eletricidade – A corrente alternada. A figura 65 mostra imagem do vídeo assistido nessa aula.

Figura 65: A viagem na eletricidade – A corrente alternada.



Fonte⁴⁰:

Após os alunos assistirem ao vídeo aconteceu uma troca de ideias sobre o assunto na própria sala de vídeo abordando um pouco da história das correntes para entender como tudo começou interagindo a física com a história da ciência. A corrente alternada surgiu pela primeira vez, em 1832, quando o francês Hippolyte Pixii aplicou o princípio de indução eletromagnética de Michael Faraday. Nikola Tesla e outros cientistas, anos depois da invenção da corrente alternada, melhoraram enormemente o sistema de distribuição de corrente alternada e inovações que tornaram o seu uso prático. Nikola Tesla foi contratado por J. Westinghouse para construir uma linha de transmissão entre Niágara e Buffalo, em NY. Thomas Edison, que defendia e empregava a corrente contínua em seus experimentos, fez o possível para desacreditar Tesla, mas sem sucesso.

Em seguida os alunos assistiram ao vídeo que gravaram sobre o experimento de reflexão total da luz que realizaram em equipe em suas casas. Ao assistirem foi feita uma troca de opiniões e sugestões sobre o experimento.

A figura 66 mostra imagem das experiências realizada pelas equipes em casa sobre o experimento reflexão total da luz.

⁴⁰ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=fxNfgGyPLe0>

Figura 66: Imagem dos experimentos realizados pelos alunos da turma



Fonte: Autoria própria

Os alunos se direcionaram para sala de aula reuniram com a mesma equipe de todas as aulas. Nessa aula os alunos entregaram as duas questões que haviam ficado para casa que foram corrigidas em aula.

Foi dada outra apostila com questões que já tinham a resolução. O professor falava sobre o assunto e resolvia as questões passo a passo para que os alunos pudessem entender os cálculos, mostrando a diferença entre a corrente contínua e alternada.

Atividade para casa: os alunos devem assistir em casa ao vídeo disponibilizado no link: <https://www.youtube.com/watch?v=6o7IFC3RkXA>.

Oitavo Momento: Transmissor de Ondas de Rádio

O objetivo dessa aula é entender como funciona o transmissor de ondas eletromagnéticas, seus componentes, como monta dispositivo de transmissão. Nessa aula os alunos se reuniram com as mesmas equipes e receberam apostila, foram passados na sala de aula no notebook da professora dois pequenos vídeos mostrando os elementos de um rádio e a construção da emissora de rádio FM. O objetivo desta aula é aprender como se constrói um transmissor de ondas de radio FM e comparar com o transmissor e o rádio de galena.

A figura 67 mostra o vídeo dado aos alunos sobre como construir um rádio.

Figura 67: Elementos de um rádio



Fonte⁴¹:

Figura 68: Construindo uma emissora FM



Fonte⁴²:

⁴¹Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=-CNEE-_GCSQ

⁴² Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=6o7IFC3RkXA>

Foram mostrados os componentes necessários para montar a emissor. Os alunos receberam uma apostila e responderam algumas questões tudo em grupo sobre o Roteiro da atividade experimental. Na figura 69 apresenta os componentes para montar a emissora.

Figura 69: Resumo dos componentes necessário para o projeto

Resistor 470 Ω 	Resistor 1K Ω 	Resistor 10 K Ω 	fio de 0,8 mm 
Resistor 27 K Ω 	Capacitor 10 n f 	Capacitor 10 p f 	Plug P2 
Capacitor 10 n f 	Transistor BC 337 	Trimmer: Capacitor Variável 	
Led 	Antena 	Bateria 9V 	Rádio FM 

Fonte⁴³:

Na atividade ligada ao teatro os alunos responderam as questões em seguida foram discutidas em sala, pois eram questões que relacionavam ao conteúdo e a história da ciência.

Problema Desafio: As equipes devem montar uma programação de rádio.

As equipes iniciaram em sala de aula a montagem da programação de rádio. Os alunos durante a aula montaram um esboço sobre o que seria abordado em sua programação. Ao final da aula a professora pediu que os alunos gravassem uma programação e enviassem o áudio. Foi estabelecido um prazo de uma semana para que toda a equipe enviasse. Os próprios alunos deram a ideia que usariam dois celulares um para gravar e outro passar as músicas da programação. A figura 70 mostra os alunos reunidos em grupos confeccionando uma programação de rádio.

⁴³ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=-CNEE-GCSQ>

Figura 70: Alunos confeccionando a programação de rádio

Fonte: Autoria própria

Nono Momento: Roteiro Final

Nessa aula os alunos primeiramente ouviram a programação de rádio de cada equipe. Os alunos fizeram uma roda e a professora com o seu celular colocaram o áudio para as equipes ouvirem sua própria programação e dos demais colegas.

As programações produzidas seguem apresentadas no quadro 13.

Quadro 13: Construção Programação de rádio

Programação de Rádio

Equipe 1:

Alo dona de casa quem está falando aqui é o Guilherme. Olá meu povo que está ouvindo essa rádio nessa linda manhã. Para começar vamos mandar um abraço aí para o pessoal do Cesara-RJ estamos juntos amigos. Um abraço também para o nosso amigo Silvão ui uiui, vamos que vamos. Vamos de música boa a melhor da região Sai Rodada. Vamos agora para promoções do dia. Mercado do Enéias: maçã R\$4,99, banana R\$2,99, laranja R\$3,50. HortFruti do Enéias o melhor para o seu boldo. Vamos agora para as notícias do dia. Vai fazer sol durante a semana com risco de chuva no final e agora a temperatura está amena 11°. Nesse domingo Brasil joga contra o Peru e promete ser um jogo muito disputado, acirrado, pois as duas equipes vêm muito bem no campeonato

Equipe 2:

Música: Seqüestraram minha sogra
Acabamos de ouvir Alander Costa, agora fica a pergunta: Fará sucesso? Vai decolar? Você decide.
Informando as horas; hora Certa: 10:30
Agora para você morador de Ipituna promoção no Queiroz batata pague cinco e leve uma, não é cinco reais não é batata mesmo é um roubo. A alface R\$2,00 na quitanda da Stefany nossa amiga moradora de Ibipecta, um abraço para Stefany, aproveitando para mandar um alo para Sabrina Terezão, tem uma música oferecida para você: Um elefante incomoda muita gente, dois elefantes incomoda, incomoda muito mais. Temos um alo para Erick do Enem, sempre focado nos estudos, desde sempre às vezes até dorme na aula, coitado passa a noite toda estudando difícil manter em pé nas aulas, mas é isso aí agora vamos para música

Agora vamos ler apalavra de Deus: Deus tenha misericórdia de nós, nos abençoe e faça resplandecer seu rosto sobre nós para que se conheça na terra o seu caminho e entre todas as nações a sua salvação. Palavra do senhor graças adeus.

Quero mandar um abraço para Erick Enem, Terezão de Ponte Faria, e Terezão ui ui, um abraço para o Saulo do corote.

Vamos ouvir um dos nossos ouvintes.

Telefone toca,

Alo quem ta falando? Alô aqui é Terezão, fala Terezão qual música você que pedir hoje? Eu quero aquela da pisadinha Barão da Pizadinha, quero mandar um abraço para todo mundo da minha região, pros meus fãs, obrigado, beijo.

Valeu Terezão vamos tocar então Barão da pizadinha já que me ensinou a beber.

Deu aquela fome ligue ai para restaurante do Fabiano, comida caseira, tempero de Minas. Agora nesse fim nos despedimos de vocês fique com a próxima programação, um abração, um beijo no coração de todos e um bom dia para nós.

oferecida para o nosso amigo Erick do Enem, (música). Espero que você tenha chorado de rir aí e agora nossa rádio está chegando ao final, infelizmente para encerrar sua manhã vamos mandar um abraço para o nosso amigo Guilherme que é mais conhecido como sazón, um abraço aí sazón. A esperança e a sogra são as últimas que morrem vamos ficando com a próxima programação um abraço a todos os ouvintes e obrigado por ter ficado conosco, boa manha para vocês. Essa é a minha rádio.

Equipe 3:

Boa tarde amigos ouvintes está começando mais um programa da rádio Treme-Treme FM, a melhor da região.

Vamos começar falando dos amistosos que terá nesse final de semana no Campo de flores terá Ipituna X Floripiranga a partir das 16hs onde o time de Ipituna mantém aí com a invencibilidade de oito jogos. E no domingo temos Brasil x PERU a grande final da copa América a partir das 16hs onde se Deus quiser o Brasil vai se consagrar Campeão da Copa América.

Agora vamos de sucesso Gustavo Lima, Cem mil

Agora um abraço para compositor da região Silvio Gomes ui uiui.

Atenção, atenção está rolando uma promoção no material de construção Ipituna do amigo Vandinho, o melhor preço da região não deixe de conferir.

Daqui a pouco mais um sucesso.

Só para descontrair: O que a esposa de Ainster disse para ele quando tirou a roupa na lua de mel? Mas que físico.

Mais uma, mais uma: Todo mundo ta gostando da programação da rádio treme treme.

Sucesso total.

Você conhece a piada do fotógrafo? Ainda não foi revelada. (Uma risada no fundo)

Sucesso

Isso foi tudo por hoje galera fique com Deus e um grande abraço, até a próxima, semana que vem tem mais. Um abraço.

Equipe 4:

Bom dia, para você ouvinte dessa rádio maravilhosa a Gaveta FM, já vamos começar o dia mandando abraço para o nosso amigo Endel que participa do nosso programa todos os dias, rapaz ele teve problema sério pediu para anunciar tinha perdido ruela do cara.

Vamos de Sucesso

Se você esta com ideia de colocar fogo na casa deixa isso para depois não tem ninguém pode acudir.

Vamos anunciar o novo chiclete big bum você vai explodir de emoção.

Sucesso

Um abraço para Kevinho, ele que vinho,

Você dona de casa que está preparando almoço para marido, meu abraço e um bom dia.

Até a próxima pessoal.

Depois foi apresentado o roteiro final da peça teatral de cada equipe.

Após as equipes ouvirem todas as programações de rádio fizeram suas próprias análises e cada equipe disse o que faltou o que poderia ter feito para melhorar.

Em seguida se reuniram em grupos, sempre os mesmos, foi entregue para cada equipe algumas atividades, mas cada grupo recebeu uma apostila diferente seguindo o texto que os alunos haviam feito na primeira aula, mas agora cada equipe terminará de preparar seu roteiro.

Fonte: Autoria própria.

Em seguida os alunos se reuniram em equipe e receberam apostilas diferentes para terminar o texto final. Em cada apostila havia perguntas diferentes seguindo o assunto do texto produzido.

Cada equipe recebeu uma apostila e responderam em sala de aula algumas perguntas. Cada equipe recebeu uma apostila com questões diferentes relacionada aos textos que haviam produzido durante a sequência didática.

Equipe 1: Guerra Fibra Ótica

Na primeira equipe foi entregue apostila com as questões abaixo para os alunos responderem antes de terminar a elaboração do roteiro final:

Explicar o fenômeno da reflexão total dentro dos cabos para todos os membros da reunião.
 Na segunda pergunta da equipe 1 explicar como passar informações usando a luz.
 Na terceira pergunta como transmitir as informações entre as equipes terrestres.
 Após terminar de responder as questões os alunos deram continuidade ao roteiro.

Equipe 2: Ficção Científica: Comunicação entre planetas distantes: Ondas Gravitacionais em buracos de minhoca

Primeiro foi entregue apostila a equipe com algumas perguntas relacionadas aos textos produzidos pelos alunos.

Na primeira questão os alunos da equipe tinham que desenhar uma onda, depois relacionar a frequência, velocidade e comprimento de onda.
 A equipe respondeu que a frequência da onda depende do seu comprimento, quanto menor o comprimento maior a velocidade.
 Qual a máxima velocidade que uma partícula pode atingir?
 O que acontece quando para uma mesma velocidade diminuimos o comprimento de onda?

Equipe 3: Espionagem: Espiões no Espaço

No primeiro instante a equipe leu o seu antigo texto em seguida resolveram a seguinte questão antes de terminar o roteiro.

A equipe calculou o comprimento de onda usando a frequência microondas e a velocidade da luz.

Equipe 4: Ficção Científica: O Teletransporte de Keire

Antes de dar continuação ao roteiro a equipe respondeu algumas questões relacionadas ao texto e ao conteúdo.

Questão 1: Qual a relação entre frequência, velocidade e energia de uma onda, e o que acontece quando aumentamos a velocidade?

Questão 2: Explicar o comportamento ondulatório da onda.

Equipe 1:

Explicar o fenômeno da reflexão total dentro dos cabos para todos os membros da reunião.

De forma simplificada, a luz é lançada sobre o núcleo e caminha por toda a extensão da fibra por meio de reflexões totais.

Na segunda pergunta da equipe 1 explicar como passar informações usando a luz.

O fenômeno óptico da reflexão total só é possível por que o índice de refração do núcleo é maior que o índice de refração do material que compõe a casca.

Na terceira pergunta como transmitir as informações entre as equipes terrestres.

Elas são ondas transversais, pois seus campos elétricos e magnéticos variam perpendicularmente á direção de sua propagação.

Equipe 2:

Primeiro a equipe desenhou uma onda, depois relacionou frequência, velocidade e comprimento de onda.

A equipe respondeu que a frequência da onda depende do seu comprimento, quanto menor o comprimento maior a velocidade.

Qual a máxima velocidade que uma partícula pode atingir?

R: $C = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

O que acontece quando para uma mesma velocidade diminuimos o comprimento de onda?

R: Ocasiona o aumento da velocidade

Equipe 4:

Questão 1: Qual a relação entre frequência, velocidade e energia de uma onda, e o que acontece quando aumentamos a velocidade.

R: Quando frente de uma onda encontra um obstáculo, este reflete parte da energia da energia da onda, se comportam como pequenas fontes pontuais de ondas.

Questão 2: Explicar o comportamento ondulatório da onda.

R: A onda eletromagnética que sai do sol ara virar múltiplas ondas menores.

Vocês já utilizaram à emissora e a programação, com o celular? Então a pergunta e para que serve o rádio?

Equipe 1: É um instrumento de comunicação cujo valor vai além do entretenimento e a informação, seu papel é forte na concretização da cidadania e na participação dos ouvintes que podem reivindicar e lutar por seus direitos nas diversas programações.

Equipe 2: Para ouvirmos comunicações vindas de longa distância por ondas.

Equipe 3: É um instrumento de comunicação adequado para transmissão da informação, com mais rapidez.

Equipe 4: O rádio tem importância vital, no processo de geração de educação e pode difundir a importância do conhecimento aonde outros meios não chegam.

Os roteiros finais estão apresentados no quadro 14.

Quadro 14: Construção de Textos do Teatro

Construção de textos do teatro

Equipe 1: Guerra Fibra Ótica

Nos meados do século XVII, durante a guerra do Chaparrall, haviam duas potências disputando domínios territoriais e econômicos. De um lado os Vikings da Suécia e do outro os Polacos da Polônia. Na batalha de Plaqtudumos Polacos levaram a melhor sobre os Vikings, conseguiram conquistar uma parte territorial e fizeram vários prisioneiros do império dos Vikings.

A missão dos Vikings era resgatar seus soldados e descobrir os planos das tropas inimigas quando tiveram a ideia de construir um dispositivo para se comunicar entre si.

Fizeram um rádio comunicador com uma placa de metal e usaram circuitos que necessitavam para receber ondas eletromagnéticas, com isso se dividiram em duas tropas e uma se dirigia para o Norte e a outra para o Sul. Esse rádio usava um dispositivo, com cabos condutores que podiam se comunicar a um alcance de 5 km.

No dia 7 de maio do século 17, os Vikings cercaram os Polacos e conseguiram resgatar seus companheiros ficando consagrados como os grandes vencedores, o rádio comunicador foi uma das grandes ferramentas que fizeram os Vikings ganhar a guerra, pois conseguiram se organizar em guarda para fazer o ataque e falar a posição dos inimigos.

___Engenheiro então fala: Tudo bem vamos precisar de operários para construir esses cabos rápidos.

___Milionário: OK! Irei recrutar essa equipe.

Depois de um mês e meio, estava tudo pronto e instalado, tudo nos conformes, o milionário conseguiu contratar um exército enorme para o resgate.

Dividiram o exército em duas partes um atacaria o norte e o outro atacaria o Sul, cada líder dos exércitos teria um telecomunicador para informar a posição inimiga e para orientar-se entre si.

Então em uma noite pela madrugada os Vikings fizeram uma emboscada e conseguiram render os Polacos.

Filho do Milionário: ___Oh, pai! Você conseguiu me resgatar, você é um herói, como você fez isso.

Milionário: ___ Graças a minha equipe o cientista, inventor e o engenheiro e aos soldados, mas quem foi realmente importante para a nossa vitória foi o nosso telecomunicador que permitiu saber a posição dos inimigos e se organizar em tropa.

Filho do Milionário: ___Que ideia brilhante! Muito obrigado a todos vocês.

Milionário: ___ Agradeça ao nosso telecomunicador ele sim, foi responsável por isso.

E foram todos para casa, os outros prisioneiros e a equipe engenhosa sabendo que tinham inventado algo que revolucionaria o mundo.

Essa equipe foi nomeada como equipe de desenvolvimento de tecnologia do Governo.

Equipe 2: Comunicação entre planetas distantes: Ondas Gravitacionais em buracos de minhoca

Julião chegou à conclusão que não poderia organizar o projeto sozinho, então resolveu criar uma equipe. Organizou uma reunião e chamou um inventor, um empresário e um fornecedor.

Chegando na reunião:

Julião:

___ Bom dia, reuni todos vocês aqui hoje para tratar de um assunto sobre um projeto que desejo realizar.

Empresário: ___ Do que se trata esse projeto?

Julião: ___ Já faz tempo que cientistas investigam e pesquisam para saber se existe vida em outro planeta. Esse é o meu projeto, criar um aparelho para comunicação com vidas talvez existentes em outro planeta.

Empresário: ___Entendi, gastar com esse tal projeto eu sei que vou, mas como o senhor me garante que vou ter retorno e que não vou sair perdendo.

Depois de discutir sobre investimentos e materiais chegaram a conclusão de que precisariam de uma máquina. Então decidiram chamar um fornecedor muito bem sucedido que ajudaria no processo, o fornecedor foi convocado e muitas reuniões foram feitas até que a máquina foi construída.

Se deu então o início do processo.

Fornecedor: ___Olá pessoal, aqui está a máquina que preparei com muito cuidado.

Julião:

___Até que enfim! Não agüentava mais a espera.

Empresário: ___Vamos logo em isso, pois meu tempo é Curto e tem muito dinheiro investido.

Fornecedor: ___Então, vamos ao que interessa. A máquina é simples e de fácil entendimento, a técnica é a seguinte, tudo deve ser feito com cautela, para que nada dê errado.

Julião: ___Ótimo, assim será mais fácil enviarmos uma nave à Marte porque essa máquina seja deixada lá, através do sistema feito para ela por computador capitaremos através de ondas de transmissão se realmente existe vida ou não

Todos concordaram com a ideia, os procedimentos foram realizados e tudo deu certo.

Julião disse ao empresário: Venha meu amigo, ouça os sons.

Empresário: ___Sim, posso ouvir, só não consigo entender como descobriremos se há ou não vida em outro planeta?

Julião: ___Pelo o que ouço a chance de existir vida em

Equipe 3: Espiões no Espaço

Depois de alguns meses viajando a equipe chegou ao espaço. O tenente Adam Smith e a cientista Emma Jones conversavam sobre o plano. Leon esperto que só estava prestando atenção.

___ Sr. Smith, esquisito esse mecânico novo, nunca o vi antes ___ disse Emma.

___ Ele está só ganhando experiência, senhorita Emma ___ respondeu Adam.

O tenente virou para Leon e disse: vai para sua cabine, menino.

___ Sim, Senhor. Estou indo ___ respondeu Leon. Chegando em sua cabine, Leon entrou em contato com Richard.

___ Richard, Richard! Está aí?

___ Leon, estou aqui. Conseguiu alguma coisa já?

___ O plano é dar algumas voltas em torno do planeta Launo e logo depois tentar pousar a nave lá.

___ Certo, certo. Está previsto para que dia?

___ Não definiram a data, Richard.

___ Ok! Você já sabe o que fazer, Leon. Fique esperto e faça tudo direito.

___ Sim, senhor.

No outro dia já começaram a colocar o plano em prática. Ficaram durante dias só rondando o planeta Luno, até que resolveram pousar lá com a nave para verem de perto o que tinha ali. Coletavam materiais, faziam anotações, registraram tudo e levavam para o laboratório da nave para fazer pesquisas. Leon sempre estava por perto e Emma começou a desconfiar. Ela percebeu que as coisas do laboratório ficavam mexidas, mesmo depois dela organizar tudo quando saía de lá. E resolveu comentar com o tenente Adam:

___ Tenente, estou desconfiada desse tal de Leon. Está sempre tentando escutar nossas conversas, sempre chega de repente. Muito esquisito ele.

___ Estou começando a achar que isso já é implicância sua senhorita Jones. Ele é só um garoto ___ respondeu Adam.

___ Ok então, não toco mais nesse assunto ___ disse Emma.

Mas Emma sabia que tinha algo de errado com aquele garoto. Afinal de contas, qual seria o interesse de um mecânico nas pesquisas da cientista? Então ela começou a ficar mais esperta com a presença de Leon.

___ Senhor, Senhor! Está aí, Richard?

___ Estou aqui, Leon.

___ Estamos quase lá, Richard.

Enquanto os dois conversavam na cabine de Leon, Emma

Marte é de 60%.

O empresário então fica furioso por não ter a certeza se existe vida ou não, pois ele tinha gastado muito dinheiro. Julião o acalmou e disse que a certeza não viera por que a máquina só tinha o poder de receber e captar sons através de ondas.

A história chegou até a mídia, o caso rendeu muitos interessados a investir, outra máquina foi construída e enfim confirmaram a vida no planeta vizinho.

Julião: ___ Eu sabia que depois de anos de pesquisa eu finalmente ia conseguir provar o improvável.

Equipe 4: O Teletransporte de Keire

Após 10 anos convivendo com os Asgarlianos, Kare Socran decidiu voltar a Terra. Socran contou com a ajuda e seus amigos Ronialdo, Rochelle e Rilary. Socran começou então a compartilhar as ideias com sua amiga Rilary.

Socran: ___ Olha cara, estou querendo ir a Terra para ver como estão as coisas lá.

Rilary: ___ Bom, legal, mas como você vai?

Socran: ___ Então é aí que eu quero contar com você.

Rilary: ___ Como?

Socran: ___ Sei que você é muito inteligente e gosta bastante de química.

Rilary: ___ Aham, lá vem.

Socran: (riu sem graça) ___ Então, eu queria gastar pouco tempo para chegar lá. Tipo, menos de 5 anos.

Rilary: ___ Cara, você sabe que é quase impossível isso né?

Socran: ___ Eu sei que você consegue.

Rilary: ___ Claro que consigo, mas eu preciso de mais pessoas e você sabe das dificuldades e limitações para atravessar a galáxia.

Socran: ___ Mas é claro, eu já pensei em algumas pessoas e convoquei uma reunião para amanhã, no salão principal.

ETAPA 2

Já no salão principal começamos a debater como iríamos realizar essa façanha, com mais nossos outros membros da equipe Rochelle a engenheira e Ronialdo o piloto.

Socran: ___ Então vamos por as mãos na obra.

Todos: ___ Vamos!

Nos passamos vários meses construindo a nave. Foram muitos dias de tensão e desespero, noites mal dormidas.

Rochelle: ___ Nós conseguimos!

Ronialdo: ___ Agora, nós precisamos achar um lugar ideal para dar-nos a partida.

Passamos mais de dois dias procurando e achamos o lugar ideal para decolar-nos. Era no alto de uma colina, um dos pontos mais altos de Asgarlim. Depois de conseguirmos levar a nave para lá com a ajuda de um cavineiro que na Terra é conhecido como caminhão.

Ronialdo: ___ A nossa nave está perfeita conseguimos utilizar nossos recursos naturais, que por sorte conseguimos transformar em um combustível utilizável.

Rilary: ___ Nos deu trabalho pra caramba para construir,

passava perto da porta e ouviu Zumbidos. Foi quando ela teve a certeza que o Leon não estava lá só como um mecânico. Em sua cabine ela teve a ideia de um plano falso para testar Leon.

Assim que todos levantavam para mais um dia de pesquisa no planeta Luno, Emma revelou que as pesquisas estariam concluídas. Informou que o dia seria de descanso e que iria guardar o relatório em sua sala, mas adiantou que sim, existia vida em Luno.

Ficou vigiando e como ela havia previsto, Leon entrou em sua sala. Emma esperou Leon ir para a cabine dele e entrar em contato com Rincharde.

Então correu e chamou o tenente, Adam Smith e o piloto, capitão John Parker.

__ Aqui está a prova, senhores, disse Emma, Leon fez uma expressão de susto e na mesma hora encerrou o contato com Rincharde.

__ Estava já há algum tempo desconfiando do menino Leon. Estava sempre pro perto, chegava de repente, disse Emma.

__ Isso foi uma armação, senhorita Emma?

__ Perguntou o capitão John.

__ Sim senhor, Parker. Tive a ideia de organizar esse plano para ver se eu estava certa ou se era só engano.

__ É, pelo visto acertou em cheio, senhorita Jones, disse o tenente.

Rincharde não conseguiu mais entrar em contato com Leone já tinha imaginado o que aconteceu. O tenente Smith, imediatamente, fez contato com a NASA e contou o ocorrido passou o endereço de Rincharde e mandou que o prendesse.

A missão continuou e infelizmente, não existia vida em Luno. Leon ficou, o restante da missão sob os cuidados do tenente, já que Emma estava muito ocupada fazendo as pesquisas.

Ao voltarem, Leon foi levado diretamente para prisão e o tenente Smith fez questão de fazer visita a Rincharde.

Ao encontrá-lo ficou surpreso.

__ Bailarina? É você mesmo Bailarina?

__ Rincharde era um ex-funcionário da NASA, conhecido como “bailarina”.

__ Porque tu fez isso tudo, bailarina? Perguntou o tenente.

__ Queria que vocês fizessem todo o trabalho difícil para eu ter o reconhecimento e o dinheiro. Queria vingança, respondeu Rincharde.

__ É, mais infelizmente seu plano não deu errado, Bailarina.

__ Meu nome é Rincharde, seu bosta.

__ Mais respeito comigo, hein! Bom, o desejo a você e ao Leon, um mecânico muito talentoso por sinal, uma ótima hospedagem nesse hotel 5 estrelas.

__ Idiota! Some daqui, filhinho de mamãe!

Rincharde, Leon e o restante do grupo foram presos e condenados. A notícia veio a público e a cientista Emma Jones foi dita como uma heroína. A NASA não havia desistido e estava sempre de olho no planeta Luno.

agora só falta pedir a autorização do rei Rovison.

Rovison tinha o trono de Asgarlim, há pouco mais de 10 anos. Até então ele estava sendo o melhor rei do Planeta e não foi tão difícil conseguir a sua autorização. Passados cinco dias, nos despedimos de nossos amigos Struges e partimos.

Nossa viagem foi um pouco atribulada, mas nós conseguimos. Utilizamos uma velocidade tão grande que atravessamos o espaço passando por obstáculos.

Após 3 anos, enfim chegamos a Terra.

Socran: __ Eu nem acredito que estou pisando em solo terrestre depois de tantos anos.

Rochelle: __ Nossa missão foi cumprida com sucesso!

Rilary: __ Caraca! Aqui é muito diferente.

Ronialdo: __ É sim, Agora precisamos nos esconder para não causarmos um caos no planeta.

Nós usamos uma arma a laser que causa invisibilidade. Eles ficaram escondidos, enquanto Socran ia visitar alguns lugares. Tudo aqui está diferente, esperava mais desenvolvimento. O planeta está poluído, as pessoas não se amam e a criminalidade está muito grande.

Após vários meses na Terra tiveram que retornar. Fizeram um retorno mais tranquilo, pois já conheciam o percurso. A viagem durou em média dois anos e nove meses até chegar a Asgarlim

Décimo Momento: Questionário Final

Nessa etapa os alunos responderam algumas questões sobre o que foi estudado durante aplicação do material. As questões foram respondidas individualmente. A figura 71 mostra imagem dos alunos em sala de aula concentrados respondendo ao questionário final. As questões do questionário final estão no quadro 15.

Figura 71: Aplicação do questionário final

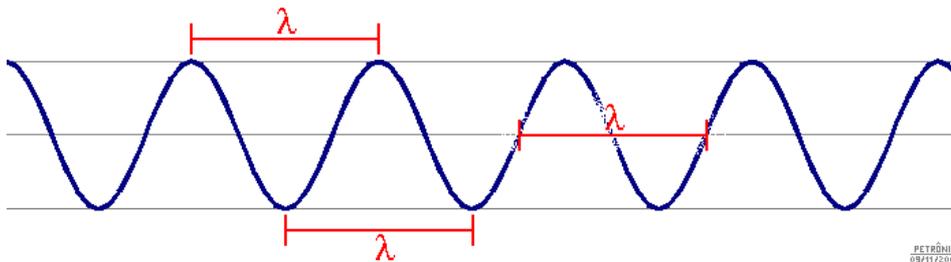
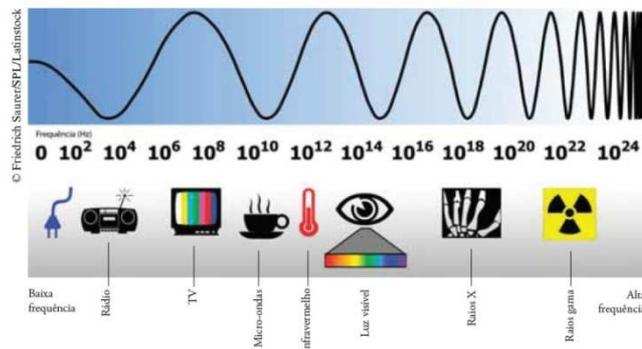


Fonte: Autoria própria

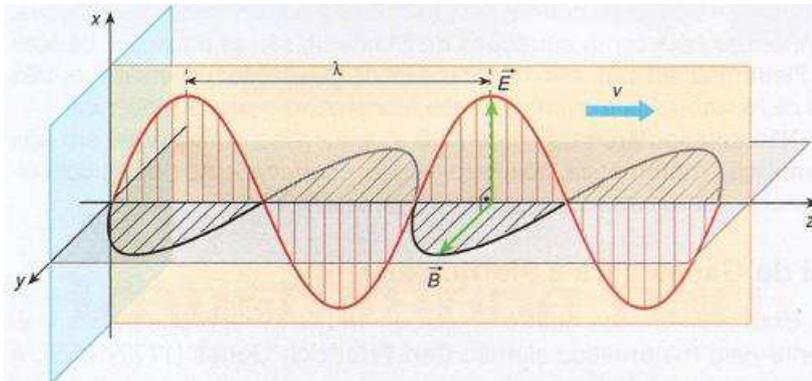
Quadro 15: Questionário Final

Questão 1: Relate sobre o que você entendeu sobre Ondas Eletromagnéticas. Aborde em sua explicação onde ela está inserida em sua vivência diária.

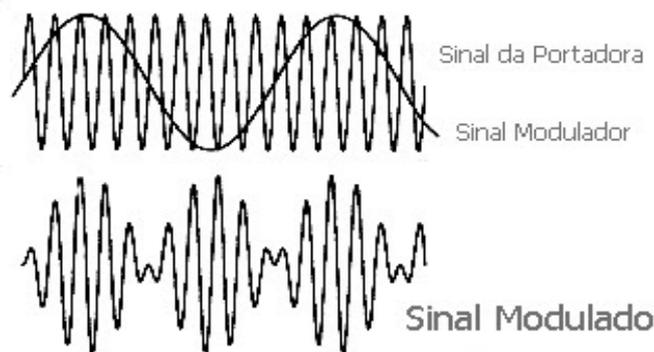
Questão 2: Explique que representa frequência, período, comprimento de onda e intensidade de energia.



Questão 3: Como a luz se propaga de uma estrela até nossos olhos na terra?

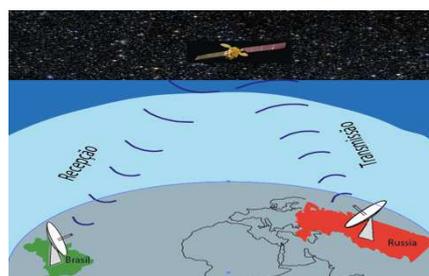


Questão 4: Explique sobre modulação das ondas a diferença entre eles.

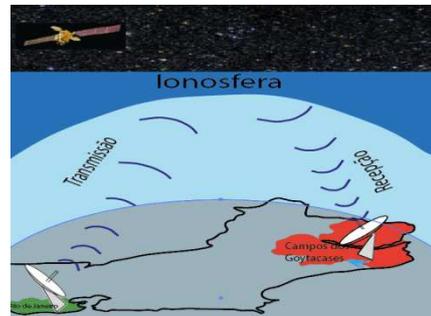


Questão 5: No Filme “O primeiro homem” que contou a história do primeiro homem que pousou na lua, Ney Armstrong se comunicava com a base de operações na Terra e entre eles. Represente como você imagina que aconteceu nesse momento. Como os astronautas se comunicam no espaço?

Questão 6: Explique de acordo com seu conhecimento como ocorre a passagem da informação através de ondas de rádio FM. Que são aquelas com frequências acima de 100 MHz.



Questão 7: Agora explique sobre as ondas de rádio AM. Que são aquelas com frequência entre 10 kHz e 10 MHz.



Questão 8: Como as informações de áudio e imagem se propagam a longas distâncias via ondas de TV?

Questão 9: Na figura representa um rádio, escreva a função e a importância do elemento rádio para a vida das pessoas desde a sua descoberta até os dias de hoje.



Questão 10: Sobre o transmissor de ondas de rádio. Indique os elementos que compõem esse dispositivo, e procedimento de seu funcionamento.

Questão 11: De acordo sobre todo que foi estudado abordando toda a história do Rádio, quais os aspectos que mais chamou atenção e aprendizado que adquiriu durante toda essa nova experiência?

Questão 12: O que você achou das atividades realizadas durante o bimestre na disciplina de física?

Questão 13: O que você mudaria na aplicação desse material?

Fonte: Autoria própria.

Décimo Primeiro Momento: Apresentação do Teatro Final 10/07**Figura 72: Apresentação do teatro final**

Fonte: Autoria própria

6 Análises dos Resultados

Neste capítulo serão relatadas todas as análises das etapas da aplicação do produto nas semanas de aula, correspondentes ao 2º Bimestre do ano letivo de 2019.

6.1. Seleção dos temas dos questionários

O questionário inicial que está apresentado no quadro 8 e o questionário final que está no quadro 15 e as questões feitas ao longo da sequência didática foram analisadas conjuntamente por meio da análise de conteúdo. Primeiramente foram selecionadas as questões dos questionários e das questões de acordo com seus objetivos, a fim de verificar a evolução dos alunos. Foi dada categorização aos assuntos relacionados e apresentado as questões onde essas categorizações se aplicavam. O quadro 16 mostra a categorização feita segundo as respostas dos alunos. Na coluna 1 está relacionado à categorização, na coluna 2 está relacionado às questões do questionário prévio, feitas individualmente, onde os alunos responderam segundo a categorização, na coluna 3 está relacionado às respostas dos alunos nas atividades feitas em equipe durante as aulas indicadas e na coluna 4 estão às respostas finais dos alunos feitas individualmente.

Quadro 16: Categorização das questões por temas

Categorias	Questionário Prévio	Questões	Questionário Final
Radiação eletromagnética	Questões: I, VI, X, XI e XIV	Aula 2: questão 1 Aula 7: Equipe 2 e 4	Questões: I, II, IV
Luz	Questões: II, III, IV E V	Aula 1: Questões: 1,2 e 3 Aula 2: Questões: 5, 6 e 7 Aula 7: Equipe 1:	Questão: III,
Informações TV e rádio	Questões: VII, VIII, IX, XV e XVI	Aula 2: Questão: 4 Aula 7: Questões sobre rádio para todas as equipes	Questões: V, VI, VII, VIII
Comunicação	Questão: XII, XIII	Aula 2: Questões: 2,3	Questões: IX, X

Fonte: Autoria própria.

Analisando a primeira linha do quadro 16, vemos, na primeira coluna, que nas questões I,VI, X, XI e XIV do questionário prévio os alunos responderam dentro da categoria radiação eletromagnética, mesmo que seja somente algumas das faixas do espectro eletromagnético.

O assunto categorizado como radiação eletromagnética, foi trabalhado durante a aula 2 onde na questão 1 das atividades, o professor compara a propagação do som, uma onda

longitudinal precisa de um meio para se propagar com a propagação da onda eletromagnética que não precisa de um meio para se propagar. Então o ser alienígena que receber o sinal da Terra, o faz através de ondas eletromagnéticas, que transporta as informações que pode ser traduzido em sinais compreensíveis. Na aula 7 os alunos da equipe 2 e 4 responderam algumas questões pedindo para calcular frequência, comprimento de uma onda e explicar o comportamento ondulatório de uma onda.

Na coluna 4 do quadro 16, esse assunto foi novamente avaliado no questionário final na questão I, quando pergunta onde a onda eletromagnética está inserida em nosso meio, na questão II quando pediu para explicar frequência, período e comprimento de onda e na questão IV quando pede para mostrar a diferença entre as ondas.

Analisando a segunda linha do quadro 16, vemos que nas questões II, III, IV e V do questionário prévio, os alunos responderam dentro da categorização “Luz”. Esse assunto foi abordado na aula 1 nas questões 1, 2 e 3 quando foi perguntado se o Sol é uma estrela, se emite luz visível e podemos percebê-la por ser uma onda eletromagnética. Na aula 2, na questão 5, quando fala sobre receber primeiro as informações mais antigas, na questão 6 quando fala sobre a propagação das ondas no espaço e na questão 7 a velocidade que percorrem no espaço vazio, ou seja, velocidade da luz. Na aula 7 a equipe 1 respondeu a uma série de questões relacionada à luz como, por exemplo, explicar fenômeno da reflexão da luz, como passar informações usando a luz. No questionário final na questão III fala sobre como a luz da estrela propaga até os nossos olhos.

Sobre assunto de transmissão de informação de TV e rádio foi abordado no questionário prévio nas questões VII, VIII, IX, XV e XVI. Durante aplicação das atividades esse assunto foi novamente abordado na aula 2 na questão 4 que aborda a transmissão rádio FM, na aula 7 onde todas as equipes responderam uma questão relatando a importância do rádio. Um dos problemas desafio dado para as equipes foi preparar uma programação de rádio. Esse assunto foi avaliado no questionário final nas questões V na pergunta como os astronautas se comunicam no espaço, na questão VI, como ocorre à transmissão na rádio FM, na questão VII quando foi pedido para explicar o que são ondas de rádio AM e na questão VIII na pergunta como as imagens e sons podem se propagar a longas distâncias.

A categorização comunicação foi abordada nas questões XII e XIII do questionário inicial. Na aula 2 ele foi trabalhado nas questões 2 e 3 quando pergunta como é feita a comunicação dos astronautas fora da nave e a captação de ondas são transmitidas por satélites e enviadas para nave. No questionário final foi abordado nas questões IX, onde foi perguntado

aos alunos sobre a importância do rádio para a vida das pessoas e na questão X sobre os elementos que compõem o transmissor de rádio.

6.1.1 Análise dos questionários e questões

A partir da divisão dos questionários e questões em temas, as respostas dos alunos as correspondentes temáticas foram analisadas mediante a análise de conteúdo. No quadro 17 aborda a categorização do tema radiação e como ela foi abordada nas questões.

Quadro 17: Categorização do tema Radiação

Categoria	Unidades Questionário Inicial	Unidade das Questões	Unidade do Questionário Final
Associação da radiação eletromagnética com radioatividade	Materiais radioativos; radiação utilizada em aparelhos de raio X; Aluno 1. A radiação está presente em outros aparelhos que fazemos exames; Aluno 10. Por que o calor se manifesta indiferente se você está de baixo do sol ou dentro de um quarto, sentirá calor. Aluno 2. Não, o calor que sentimos é a energia do nosso corpo. Aluno 3. A radiação utilizada em aparelhos de raio X tem intensidade maior, podendo até mesmo causar danos à saúde humana; Aluno 4. Raio X serve para ver se está com alguma fratura. Aluno5.		
Radiação como meio de comunicação	Precisa da internet e o outro do sinal de rede telefônica; Aluno 1. Através de sinais de satélite. Aluno 2. Precisa de fios para transmitir sinais. Aluno 5	Aula 2: Um satélite para eles refletirem; Equipe 1 Ouvimos o som por causa das ondas de transmissão; Equipe 2 Ondas FM são mais penetrantes; Equipe 3 As ondas de satélite possuem grande frequência. Equipe 4.	Meios de comunicação; Aluno 2. São ondas transmitidas por sinal AM e FM. Aluno 4.

Radiação como propriedade ondulatória da luz	O raio é uma onda eletromagnética; Aluno 3.	Frequência da onda depende do seu comprimento; Equipe 2. Reflete parte da energia da onda, Equipe 4.	Percorrem pelo vácuo, Aluno 1. São capazes de transportar energia. Aluno 3. Determina as ondas eletromagnéticas; Aluno 5. Onda mais uniforme; Aluno 4. Oscilação da frequência. Aluno 2.
--	---	---	--

Fonte: Autoria própria.

No momento inicial na aplicação do questionário no quadro 17 os alunos abordaram o tema da radiação com aparelhos como raio X que podem trazer danos à saúde do ser humano. A maior parte dos alunos relacionou o exame de raio X usado para diagnosticar alguma fratura, a danos à saúde quando muito utilizado devido à radiação emitida. No quadro 16 os alunos relacionaram a radiação aos meios de comunicação e aos sinais de televisão e internet que chega às residências através dos satélites. Nas atividades como mostram na coluna 3 as equipes relacionaram a radiação aos meios de comunicação focando a importância dos satélites que possuem grande frequência na transmissão dos sinais, os sons dos aparelhos podem ser ouvidos devido às ondas de transmissão, como as ondas FM que é mais penetrante. No questionário final na coluna 3 os alunos relacionaram as ondas e a radiação aos meios de comunicação e as ondas FM e AM. Os alunos relacionaram a radiação a um tipo de aparelho e exame que é comum à sua realidade que estão acostumados a fazer. Abordaram a radiação as ondas de calor transmitidas pelo sol e aos meios de comunicação que transmite informações através dos satélites.

Nos primeiros anos do século XX, a única coisa que se sabia sobre a estrutura do átomo era que continha elétrons. O átomo era eletricamente neutro, tinha que conter cargas positivas. Em 1911, Ernest Rutherford sugeriu que a carga positiva estava concentrada no centro do átomo, formando o núcleo. Rutherford sabia que certos elementos radioativos se transformam em outro elemento, emitindo partículas. Um desses elementos é o gás radônio, que emite partículas (alfa) (HALLIDAY; RESNICK, 2012, p. 295).

Rutherford teve a ideia de fazer partículas alfa incidirem em uma folha fina de metal e medir o desvio da trajetória das partículas ao passar pelo material concluiu que o raio do núcleo era de 10^4 vezes menor que do átomo. O átomo era composto pelo espaço vazio (HALLIDAY; RESNICK, 2012, p. 295).

De acordo com Halliday e Resnick (2012, p. 296) o raio X é capaz de penetrar a pele, é um tipo de onda eletromagnética que difere das demais devido à frequência 10^{18} Hz e ao comprimento de onda 10^{-10} m. Os conceitos abordados pelos alunos estavam errados, pois a emissão do aparelho de raio X não é tão danosa a saúde como foi abordado no questionário devido ao valor da sua frequência.

O processo de produção de raios X acontece através da transformação de energia elétrica em raios X, ou seja, o equipamento não possui um elemento radioativo emitindo radiação; por isso os equipamentos de raios X possuem a propriedade de irradiar sem contaminar (AMMANN; KUTSCHERA, 1997).

Os efeitos das interações das radiações ionizantes com as células do corpo podem acontecer de forma direta, danificando uma macromolécula (DNA, proteínas e enzimas, entre outras), ou de forma indireta, interagindo com o meio e produzindo radicais livres (NIAS, 1998). Essas modificações celulares podem ser reparadas através da ação das enzimas, mas caso isso não ocorra, surgirão lesões que podem causar danos como morte prematura, alteração no processo de divisão celular e alterações genéticas, mas isso não ocorre em todas as pessoas apenas o organismo que não consegue reparar as lesões ocorridas.

A morte de algumas células pode não causar dano algum, e a modificação de uma única célula pode provocar um câncer. O aumento da dose provoca um aumento de do dano ou não (ICRP, 1991). Para a ocorrência desses efeitos não existe um limiar de dose. A probabilidade de que ocorram é se as doses serão reparadas, no entanto a gravidade dos efeitos independe da dose.

Os raios X são ondas eletromagnéticas assim como a luz, as ondas de rádio e as de telefonia celular. O que as diferencia é a frequência da onda e, conseqüentemente, sua energia. Logo, os raios X são radiações eletromagnéticas com energia suficiente para ionizar os átomos (NIAS, 1998).

A antena de rádio, TV é um condutor, os campos das ondas de uma transmissão distante exercem força sobre as cargas da antena receptora, produzindo uma corrente detectada e amplificada pelo circuito do receptor. As informações são transportadas por meio de ondas eletromagnéticas sendo, na maioria das vezes, chamadas de radiofrequências (RF) que incluem ondas de rádio e micro-ondas. As radiações de micro-ondas são usadas nas telecomunicações assim como as ondas de rádio. Os alunos não sabiam que essa radiação micro-ondas fazia das telecomunicações, por isso não colocaram.

Muitos deles relacionaram corretamente que raio X, ondas de rádio FM e AM, são ondas eletromagnéticas todas possuem a mesma velocidade a da luz, são exemplos de ondas, mas não emitem radiação.

Além disso, fizeram a ligação da radiação como propriedade da luz. De acordo com Vygotsky o homem é resultado do meio social e cultural em que ele atua. O homem é resultado de um ser que interage formando sua própria concepções, (VYGOTSKY, 1984, p. 99). De acordo com a história da ciência toda atividade humana possui um significado cultural que pode ser entendido pela sociedade (PIMENTEL, 2010).

Os alunos relacionaram o assunto que estava sendo abordado nas questões do questionário e as atividades que realizaram em grupo as suas vivências, experiências presentes em seu cotidiano. Na história da ciência os aspectos culturais que envolvem as expectativas dos alunos em relação ao conteúdo de física devem dialogar com a cultura do aluno tornando a aula mais próxima a realidade (HOTTECKE; SILVA, 2011).

O quadro 18 traz a categorização do tema luz mostrando como esse tema foi abordado nas atividades aplicadas

Quadro 18: Categorização do tema luz

Categoria	Unidades Questionário Inicial	Unidade das Questões	Unidade do Questionário Final
Associação da luz com espectro eletromagnético.	“O céu escuro, a estrela de cor branca no céu escuro sobressai”. Aluno 1. Estrelas possuem luz própria e essa luz juntamente com a luz refletida do sol ilumina alguns planetas. Aluno 2.	Emite luz por que tem luz própria.	Propaga na velocidade da luz, através de ondas eletromagnéticas Aluno 1.
Associação da luz com movimento astronômico.	Durante o dia estamos de frente para o sol e a noite está de costas. Aluno 3	Quando estamos virados para sua direção conseguimos ver o sol, mas quando giramos a noite refere que estamos de costas para o sol.	
Associação da luz com ondas de rádio e TV.	A luz é uma forma de transmitir ondas de rádio. Aluno 4.	Engloba tudo que há fora e dentro do universo, estuda os mistérios mais perplexos que na maioria das vezes nem sabemos como funciona. Ex: ondas	

		<p>de rádio, raio X, raio gama, Aula 2.</p> <p>A partir que nos afastamos da Terra, porque quanto mais perto do aparelho emissor, melhor nós escutamos as ondas que transmitem mensagens, músicas. Equipe 1, (Aula 2).</p> <p>Ondas eletromagnéticas conseguimos entender como funciona FM e AM, como acontece as transmissões. Equipe 3, (Aula 2).</p>	
A luz como onda eletromagnética no vácuo.	A luz consegue transmitir informações a longa distância. Aluno 5	<p>Ondas eletromagnéticas podemos perceber que se propagam pelo espaço em pleno vácuo. Equipe 4, (Aula 2).</p> <p>Saem em um certa velocidade e vai aumentando na medida que vai se afastando da Terra. Equipe 2, (Aula 2).</p>	

Fonte: Autoria própria.

Em relação ao segundo tema abordado, a luz no quadro 18, os alunos o relacionaram ao espectro eletromagnético no questionário inicial, à noite com o céu escuro as estrelas conseguem ser vistas. Na atividade aplicada durante as aulas os grupos disseram que as estrelas emitem luz, pois tem luz própria. Na atividade final os alunos abordaram que a luz se propaga através de ondas eletromagnéticas.

Associaram a luz a movimentos astronômicos quando disseram que não consegue visualizar o sol, pois está de costa para o nosso país durante a noite. Os alunos não souberam explicar corretamente, mas a ideia estava correta. Como a Terra gira ao redor do sol e sobre si mesma em um determinado momento do dia será noite, pois não estamos na direção do sol.

Relacionaram a luz às ondas de rádio e TV que transmitem sinais para que possa receber informações de outros países. Através das ondas eletromagnéticas que se propaga no vácuo à medida que se afasta da Terra sua velocidade aumenta. A diferença entre as

transmissões AM e FM. Hertz provou que as ondas de rádio, embora invisíveis, deslocam-se com a mesma velocidade que as ondas de luz (YOUNG; FREEDMAN, 2006).

De acordo com (HALLIDAY; RESNICK, 2012, p. 298) os alunos abordaram corretamente, pois a luz visível é um tipo de onda eletromagnética. Quando disseram que as estrelas emitem luz própria que vemos em uma noite clara viajou dezenas de anos-luz através do espaço aparentemente vazio.

De acordo com Vygotsky (1999) o homem é um ser em construção e se transforma de acordo com suas necessidades. A interação social é condição necessária para o bom desenvolvimento do ser humano, relacionando o que vivencia ao que aprende em sala de aula (VYGOTSKY, 1999).

A interação do conteúdo com a história da ciência torna as aulas mais estimulantes e desafiadoras, desenvolvendo um pensamento crítico e reflexivo, compreendendo onde a ciência está inserida na vida cotidiana (MATTHEWS, 1995).

Os alunos responderam as questões sejam elas individualmente ou em grupo de forma direta, mas sempre relacionando o tema com suas próprias vivências, dessa forma conseguiram alcançar objetivo principal que é a relação do assunto abordado aos vídeos assistidos que mostra quando tudo começou.

O quadro 19 mostra a categorização das tecnologias relacionada à relatividade como esse tema foi abordado em algumas questões do questionário inicial, final e nas questões das atividades aplicadas durante a sequência.

Quadro 19: Categorização das tecnologias com relatividade.

Categoria	Unidades Questionário Inicial	Unidade das Questões	Unidade do Questionário Final
Relação das Informações TV e rádio com relatividade	Fazendo com que as Notícias se espalhem de forma mais rápida. Aluno 1. Acontece por via satélite que é colocado no planeta. Aluno 2.	Tempo passa mais devagar à medida que nos afastamos, por causa da gravidade. Equipe 4, (Aula 2). À medida que nos afastamos da Terra, ouvimos transmissões de uma época do passado. Equipe 2, (Aula 2).	Transmissão de rádio Estabelece contato com a base na Terra. Aluno 1. Rádios comunicadores. Aluno 2.
Relação das informações TV e rádio com ondas eletromagnéticas.	TV digital é melhor, pois ela é mais elaborada, a qualidade das imagens é melhor. Aluno 1. A troca do sinal	A data mais recente vem primeiro, por causa da frequência FM que hoje em dia tem mais pontos de recepção diferente da	As ondas eletromagnéticas se propagam no vácuo. Aluno 1. Propagam-se em maior alcance, Aluno 1.

	<p>analógico pelo digital se deve por ser melhor mais moderno e por apresentar uma melhor qualidade de som e imagem. Aluno 2.</p> <p>A parabólica tem mais vantagem por que pega mais canais. Aluno 3.</p> <p>Antenas que parece uma espinha de peixe conseguem captar mais ondas emitindo melhor o sinal. Aluno 4.</p> <p>Rádio AM é de longa distância viaja de estado a estado, FM rádio de curta distância. Aluno 5.</p> <p>As ondas emitidas pelo rádio têm um limite de alcance, por esse motivo não é possível sintonizar a rádio de Itaocara em Campos. Aluno 6.</p>	<p>AM que está praticamente sem recepção. Equipe 2, (Aula 2).</p> <p>Para ouvirmos comunicações vindas de longa distância por ondas. Equipe 2, (Aula 7).</p> <p>Instrumento de comunicação adequado para transmissão da informação, com mais rapidez. Equipe 3, (Aula 7).</p> <p>O rádio tem importância vital, no processo de geração de educação. Equipe 4, (Aula 7).</p>	<p>Propagam-se através do espaço, por meio de ondas eletromagnéticas. Aluno 1.</p>
<p>Relação da informação TV e rádio com aspectos sociais.</p>		<p>Papel é forte na concretização da cidadania e na participação dos ouvintes que podem reivindicar e lutar por seus direitos. Equipe 1, (Aula 7).</p>	

Fonte: Autoria própria.

O terceiro tema abordado no quadro 19 foi sobre as ondas de rádio e TV, no questionário inicial os alunos relacionaram que as informações de rádio e TV são transmitidas de forma muito rápida para sociedade. Na atividade os grupos relacionaram que à medida que nos afastamos da Terra podemos ouvir sons passados. No questionário final continuou a relação das ondas de rádio a comunicação.

Na relação das ondas de rádio e TV as ondas eletromagnéticas, no questionário inicial os alunos abordaram a importância do sinal mais sofisticado como o sinal digital que amplia a capacidade do sinal melhorando as imagens e som dos aparelhos. Nas atividades os grupos relacionaram a frequência FM que possui maior alcance, transmitida a mais longa distância, por isso as emissoras de rádio FM conseguem ser ouvidas em outros municípios mais distantes diferente das emissoras de frequência AM. Abordaram a importância do rádio que faz parte da cultura e educação da sociedade. No questionário final os alunos disseram que o sinal se propaga por meio de ondas eletromagnéticas.

Um simples receptor de sinais em amplitude modulada pode ser construído por meio de um receptor de galena, ou diodo como detector. Este processo chama-se demodulação AM, onde o sinal é captado e recuperado no formato original, na qual foi previamente modulado na transmissão AM (YOUNG; FREEDMAN, 2006). O sinal analógico vem sendo substituído pelo digital. Um sistema digital de rádio para ondas curtas e médias padrão é o DRM. O receptor SDR é um conversor analógico digital (A/D). Estes receptores realizam a conversão dos sinais recebidos pelas antenas e os converte em formato digital. Logo, estes sinais digitais são possíveis de alterar frequência, largura de banda e o tipo de modulação, além de poder visualizar estes sinais em um monitor. (REALTEK SEMICONDUCTOR, 2018).

Em um sistema de comunicação eletrônica é necessário que haja um sistema de transmissão, um sistema de recepção. Na transmissão é necessário que alguma pessoa ou computador gere algum tipo de informação. Esta informação deve ser levada ao transmissor, capaz de enviá-la por meio de um canal de comunicação. Este sinal chega até um receptor, onde o sinal deve ser decodificado e vir a ser transmitido para outra pessoa (FRENZEL, 2012).

Os sistemas de comunicação eletrônica utilizam uma gama enorme de frequências, representando um grande espectro, sendo que cada banda é usada para uma necessidade específica de transmissão e recepção. Adotou-se divisão em bandas, pela frequência utilizada (FRENZEL, 2012). O comprimento de onda (metros) é a distância ocupada por um ciclo de onda completo. Por exemplo, a frequência de 1 MHz tem comprimento de onda de 300 metros, já a frequência de 10 MHz tem um comprimento de onda de 30 metros. Desta forma é possível verificar que quanto menor a frequências comprimentos de onda maior, e frequências superiores possuem comprimento de onda menor (FRENZEL, 2012).

As primeiras formas de comunicação utilizam frequências bastante baixas, esta banda é conhecida por frequências muito baixas - (VLF), utilizadas em uso militar e para comunicação com submarinos (FRENZEL, 2012). Na faixa de frequência LF estão situadas as transmissões de sinais horários, nestas frequências aparecem às primeiras rádios comerciais em ondas longas - (LW), utilizada especialmente na Europa, para grandes distâncias. Além disso, é utilizada para orientação, como os rádios faróis (NDB), com seus sinais telegráficos.

A banda de frequências muito altas - (VHF), encontra-se entre 30 e 300 MHz, a utilizam em FM, comunicação aeronáutica, marinha e radioamadores. Tem-se a banda de frequências ultra-altas (UHF), que compreendem frequências entre 300 e 3000 MHz, utilizada especialmente por transmissão de TV digital e celular (FRENZEL, 2012).

Como as antenas de ondas médias e curtas são grandes, estas são construídas próximas ao solo. A onda terrestre consiste em um somatório vetorial da irradiação direta da antena e as reflexões da terra. Para um sistema de baixa condutividade do solo, o sinal tende a ir em direção ao céu. À medida que a frequência aumenta, o sinal terrestre enfraquece. Por outro lado, a propagação em ondas curtas utiliza a propagação espacial, utilizando ionosfera como propagação ou meio de transmissão (YOUNG; FREEDMAN, 2006). O sistema de comunicação por ondas curtas apresenta um grande índice de confiabilidade permite que os sinais sejam transmitidos a longas distâncias e com segurança, fazendo com que o sinal transmitido reflita pela ionosfera e retorne à Terra, com possibilidade de grande distância entre a zona de transmissão e a zona de recepção (YOUNG; FREEDMAN, 2006).

De acordo com HALLIDAY; RESNICK (2012) as ondas eletromagnéticas viajam no sentido oposto. Os sinais de TV produzidos desde 1950, já levaram notícia a nosso respeito a qualquer civilização tecnicamente sofisticada que habite um planeta de umas 400 estrelas mais próximo da Terra. Os alunos responderam corretamente quando disseram que à medida que nos afastamos da Terra podemos ouvir sons passados.

Nas atividades os alunos relacionaram à importância das informações que são transmitidas na TV aos aspectos sociais, a importância do rádio na sociedade quando em alguma programação é concedido à sociedade o espaço para interagir colocando sua opinião em determinados assuntos.

A história da Ciência aborda a necessidade de aproximar a disciplina ao meio social do aluno, aos interesses sociais, políticos, desenvolvendo um pensamento crítico tornando as aulas mais desafiadoras (SCHULMAN, 1987).

No quadro 20 mostra como foi abordada a categorização sobre a relação social nas atividades que foram aplicadas durante a sequência didática.

Quadro 20: Categorização Relação Social

Categoria	Unidades Questionário Inicial	Unidade das Questões	Unidade do Questionário Final
Relação Social			Informações e entretenimento para nossas casas, notícias e assuntos descontraídos. Aluno 4.
Relação Ondas Eletromagnéticas		Comunicam por frequência eletromagnética. Equipe 1, Aula 2.	Transmitem ondas através do rádio, para que as informações cheguem até nós. Aluno 1, (Questão

		<p>Através do rádio, quando a frequência das ondas eletromagnéticas é transmitida do espaço. Equipe 3, Aula 2.</p> <p>À medida que vamos se afastando da Terra o som vai diminuindo, porque elas param no satélite quando vamos se afastando perdemos, diminui as ondas eletromagnéticas. Equipe 1, Aula 2.</p>	<p>XI).</p> <p>Antena de transmissão, ondas eletromagnéticas, antena de recepção. Aluno 2, (Questão XI).</p>
<p>Relação Comunicação com aparelhos eletrônicos.</p>	<p>Satélites artificiais servem para nos comunicar, como o sinal de telefone, TV. Aluno 1.</p> <p>Os satélites artificiais são fundamentais para a nossa comunicação. Aluno 2.</p> <p>Espécie de rádio comunicador, que permite a eles trocar informações. Aluno 3.</p>	<p>Através de um microfone, diferente dos microfones que aumentam a frequência. Equipe 2, (Aula 2).</p> <p>Através de microfones e antenas. O microfone porque converte um sinal sonoro em sinal elétrico. Equipe 4, (Aula 2).</p> <p>Músicas e reportagens transmitidas por rádios FM e AM. Equipe ,(Questão III, Aula 2).</p>	<p>O rádio é importante, pois é usado para transmitir informações. Aluno 1.</p> <p>É uma grande ferramenta de comunicação. Aluno 2.</p> <p>É um dispositivo sua função é transmitir notícias. Aluno 3.</p> <p>Sua função é comunicação leva informações e entretenimento para nossas casas, notícias e assuntos. Aluno 4.</p>

Fonte: Autoria própria.

No questionário inicial o quarto tema ondas eletromagnéticas foi relacionada às informações recebidas e forma de entretenimento. Nas atividades os grupos relacionaram à comunicação as ondas eletromagnéticas, relacionou às ondas de rádio a transmissão de informação sendo confirmada no questionário final quando os alunos abordaram que através das ondas de rádio as informações chegam até as casas. Na relação dos aparelhos eletrônicos aos meios de comunicação e a interação entre a sociedade. As comunicações abordaram a importância dos satélites artificiais para comunicação. Nas atividades os grupos abordaram que microfone converte o sinal sonoro em elétrico. No questionário final os alunos responderam sobre a importância do rádio para transmitir informações e sua importância para comunicação.

Muitos assuntos não são retratados de forma clara nos livros didáticos, por isso a importância de trabalhar conceitos complexos como ondas eletromagnéticas de forma diferenciada relacionando a vivência do aluno. A história da Ciência já aborda quando fala

sobre a busca da qualidade pedagógica nos textos para o ensino de ciência estimulando a curiosidade e o interesse do aluno. A chave para o sucesso é o professor que passa de mero observador para ativista dessas potencialidades (ARCANJO FILHO, 2011, p. 16).

De acordo com Vygotsky (1993) objeto de estudo deve ser de acordo com o interesse e o estímulo desenvolvido pelo professor orientando o aluno no desenvolver das atividades, mas as escolhas são individuais para que o aluno consiga desempenhar suas atividades sozinhas. A dinâmica tratada por Vygotsky foi realizada durante todas as atividades estimulando a curiosidade, o interesse e a criatividade dos alunos.

6.2. Análise dos textos teatrais

No texto teatral final foi analisada a parte da física que estava inserida contextualizando ao que foi estudado durante o bimestre sobre a história da Ciência. A seguir está o texto final das quatro equipes.

Quadro 21: Roteiro Final dos Textos do Teatro

Construção de textos do teatro

Equipe 1: Guerra Fibra Ótica

Nos meados do século XVII, durante a guerra do Chaparrall, haviam duas potências disputando domínios territoriais e econômicos. De um lado os Vikings da Suécia e do outro os Polacos da Polônia. Na batalha de Plaqtudumos Polacos levaram a melhor sobre os Vikings, conseguiram conquistar uma parte territorial e fizeram vários prisioneiros do império dos Vikings.

A missão dos Vikings era resgatar seus soldados e descobrir os planos das tropas inimigas quando tiveram a ideia de construir um dispositivo para se comunicar entre si.

Fizeram um rádio comunicador com uma placa de metal e usaram circuitos que necessitavam para receber ondas eletromagnéticas, com isso se dividiram em duas tropas e uma se dirigia para o Norte e a outra para o Sul. Esse rádio usava um dispositivo, com cabos condutores que podiam se comunicar a um alcance de 5 km.

No dia 7 de maio do século 17, os Vikings cercaram os Polacos e conseguiram resgatar seus companheiros ficando consagrados como os grandes vencedores, o radio comunicador foi uma das grandes ferramentas que fizeram os Vikings ganhar a guerra, pois conseguiram se organizar em guarda para fazer o ataque e falar a posição dos inimigos.

___ Engenheiro então fala: Tudo bem vamos precisar de operários para construir esses cabos rápidos.

___ Milionário: OK! Irei recrutar essa equipe.

Depois de um mês e meio, estava tudo pronto e instalado, tudo

Equipe 2: Comunicação entre planetas distantes: Ondas Gravitacionais em buracos de minhoca

Julião chegou à conclusão que não poderia organizar o projeto sozinho, então resolveu criar uma equipe. Organizou uma reunião e chamou um inventor, um empresário e um fornecedor.

Chegando na reunião:

Julião:

___ Bom dia, reuni todos vocês aqui hoje para tratar de um assunto sobre um projeto que desejo realizar.

Empresário: ___ Do que se trata esse projeto?

Julião: ___ Já faz tempo que cientistas investigam e pesquisam para saber se existe vida em outro planeta. Esse é o meu projeto, criar um aparelho para comunicação com vidas talvez existentes em outro planeta.

Empresário: ___ Entendi, gastar com esse tal projeto eu sei que vou, mas como o senhor me garante que vou ter retorno e que não vou sair perdendo.

Depois de discutir sobre investimentos e materiais chegaram a conclusão de que precisariam de uma máquina. Então decidiram chamar um fornecedor muito bem sucedido que ajudaria no processo, o fornecedor foi convocado e muitas reuniões foram feitas até que a máquina foi construída.

nos conformes, o milionário conseguiu contratar um exército enorme para o resgate.

Dividiram o exército em duas partes um atacaria o norte e o outro atacaria o Sul, cada líder dos exércitos teria um telecomunicador para informar a posição inimiga e para orientar-se entre si.

Então em uma noite pela madrugada os Vikings fizeram uma emboscada e conseguiram render os Polacos.

Filho do Milionário: ___ Oh, pai! Você conseguiu me resgatar, você é um herói, como você fez isso.

Milionário: ___ Graças a minha equipe o cientista, inventor e o engenheiro e aos soldados, mas quem foi realmente importante para a nossa vitória foi o nosso telecomunicador que permitiu saber a posição dos inimigos e se organizar em tropa.

Filho do Milionário: ___ Que ideia brilhante! Muito obrigado a todos vocês.

Milionário: ___ Agradeça ao nosso telecomunicador ele sim, foi responsável por isso.

E foram todos para casa, os outros prisioneiros e a equipe engenhosa sabendo que tinham inventado algo que revolucionaria o mundo.

Essa equipe foi nomeada como equipe de desenvolvimento de tecnologia do Governo.

Se deu então o início do processo.

Fornecedor: ___ Olá pessoal, aqui está a máquina que preparei com muito cuidado.

Julião:

___ Até que enfim! Não agüentava mais a espera.

Empresário: ___ Vamos logo em isso, pois meu tempo é curto e tem muito dinheiro investido.

Fornecedor: ___ Então, vamos ao que interessa. A máquina é simples e de fácil entendimento, a técnica é a seguinte, tudo deve ser feito com cautela, para que nada dê errado.

Julião: ___ Ótimo, assim será mais fácil enviarmos uma nave à Marte porque essa máquina seja deixada lá, através do sistema feito para ela por computador capacitaremos através de ondas de transmissão se realmente existe vida ou não

Todos concordaram com a ideia, os procedimentos foram realizados e tudo deu certo.

Julião disse ao empresário: Venha meu amigo, ouça os sons.

Empresário: ___ Sim, posso ouvir, só não consigo entender como descobriremos se há ou não vida em outro planeta?

Julião: ___ Pelo o que ouço a chance de existir vida em Marte é de 60%.

O empresário então fica furioso por não terá clara certeza se existe vida ou não, pois ele tinha gastado muito dinheiro. Julião o acalmou e disse que a certeza não viera por que a máquina só tinha o poder de receber e captar sons através de ondas.

A história chegou até a mídia, o caso rendeu muitos interessados a investir, outra máquina foi construída e enfim confirmaram a vida no planeta vizinho.

Julião: ___ Eu sabia que depois de anos de pesquisa eu finalmente ia conseguir provar o improvável.

Equipe 3: Espiões no Espaço

Depois de alguns meses viajando a equipe chegou ao espaço. O tenente Adam Smith e a cientista Emma Jones conversavam sobre o plano. Leon esperto que só estava prestando atenção.

___ Sr. Smith, esquisito esse mecânico novo, nunca o vi antes ___ disse Emma.

___ Ele está só ganhando experiência, senhorita Emma ___ respondeu Adam.

O tenente virou para Leon e disse: vai para sua cabine, menino.

___ Sim, Senhor. Estou indo ___ respondeu Leon. Chegando em sua cabine, Leon entrou em contato com Richard.

___ Richard, Richard! Está aí?

___ Leon, estou Leon. Conseguiu alguma coisa já?

___ O plano é dar algumas voltas em torno do planeta Launo e logo depois tentar pousar a nave lá.

___ Certo, certo. Está previsto para que dia?

___ Não definiram a data, Richard.

___ Ok! Você já sabe o que fazer, Leon. Fique esperto e faça tudo direito.

Equipe 4: O Teletransporte de Keire

Após 10 anos convivendo com os Asgarlianos, Kare Socran decidiu voltar a Terra. Socran contou com a ajuda e seus amigos Ronialdo, Rochelle e Rilary.

Socran começou então a compartilhar as ideias com sua amiga Rilary.

Socran: ___ Olha cara, estou querendo ir a Terra para ver como estão as coisas lá.

Rilary: ___ Bom, legal, mas como você vai?

Socran: ___ Então é aí que eu quero contar com você.

Rilary: ___ Como?

Socran: ___ Sei que você é muito inteligente e gosta bastante de química.

Rilary: ___ Aham, lá vem.

Socran: (riu sem graça) ___ Então, eu queria gastar pouco tempo para chegar lá. Tipo, menos de 5 anos.

Rilary: ___ Cara, você sabe que é quase impossível isso né?

Socran: ___ Eu sei que você consegue.

Rilary: ___ Claro que consigo, mas eu preciso de mais pessoas e você sabe das dificuldades e limitações para atravessar a galáxia.

__ Sim, senhor.

No outro dia já começaram a colocar o plano em prática. Ficaram durante dias só rondando o planeta Luno, até que resolveram pousar lá com a nave para verem de perto o que tinha ali. Coletavam materiais, faziam anotações, registraram tudo e levavam para o laboratório da nave para fazer pesquisas. Leon sempre estava por perto e Emma começou a desconfiar. Ela percebeu que as coisas do laboratório ficavam mexidas, mesmo depois dela organizar tudo quando saía de lá. E resolveu comentar com o tenente Adam:

__ Tenente, estou desconfiada desse tal de Leon. Está sempre tentando escutar nossas conversas, sempre chega de repente. Muito esquisito ele.

__ Estou começando achar que isso já é implicância sua senhorita Jones. Ele é só um garoto __ respondeu Adam.

__ Ok então, não toco mais nesse assunto __ disse Emma.

Mas Emma sabia que tinha algo de errado com aquele garoto. Afinal de contas, qual seria o interesse de um mecânico nas pesquisas da cientista? Então ela começou a ficar mais esperta com a presença de Leon.

__ Senhor, Senhor! Está aí, Rinchard?

__ Estou Leon.

__ Estamos quase lá, Rinchard.

Enquanto os dois conversavam na cabine de Leon, Emma passava perto da porta e ouviu Zumbidos. Foi quando ela teve a certeza que o Leon não estava lá só como um mecânico. Em sua cabine ela teve a ideia de um plano falso para testar Leon.

Assim que todos levantavam para mais um dia de pesquisa no planeta Luno, Emma revelou que as pesquisas estariam concluídas. Informou que o dia seria de descanso e que iria guardar o relatório em sua sala, mas adiantou que sim, existia vida em Luno.

Ficou vigiando e como ela havia previsto, Leon entrou em sua sala. Emma esperou Leon ir para a cabine dele e entrar em contato com Rinchard.

Então correu e chamou o tenente, Adam Smith e o piloto, capitão John Parker.

__ Aqui está a prova, senhores, disse Emma, Leon fez uma expressão de susto e na mesma hora encerrou o contato com Rinchard.

__ Estava já há algum tempo desconfiando do menino Leon. Estava sempre pro perto, chegava de repente, disse Emma.

__ Isso foi uma armação, senhorita Emma?

__ Perguntou o capitão John.

__ Sim senhor, Parker. Tive a ideia de organizar esse plano para ver se eu estava certa ou se era só engano.

__ É, pelo visto acertou em cheio, senhorita Jones, disse o tenente.

Rinchard não conseguiu mais entrar em contato com Leone já tinha imaginado o que aconteceu. O tenente Smith, imediatamente, fez contato coma NASA e contou o ocorrido passou o endereço de Rinchard e mandou que o prendesse.

A missão continuou e infelizmente, não existia vida e Luno. Leon ficou, o restante da missão sob os cuidados do tenente, já que Emma estava muito ocupada fazendo as pesquisas.

Ao voltarem, Leon foi levado diretamente para prisão e o tenente Smith fez questão de fazer visita a Rinchard.

Ao encontrá-lo ficou surpreso.

__ Bailarina? É você mesmo Bailarina?

Socran: __ Mas é claro, eu já pensei em algumas pessoas e convoquei uma reunião para amanhã, no salão principal.

ETAPA 2

Já no salão principal começamos a debater como iríamos realizar essa façanha, com mais nossos outros membros da equipe Rochelle a engenheira e Ronialdo o piloto.

Socran: __ Então vamos por as mãos na obra.

Todos: __ Vamos!

Nos passamos vários meses construindo a nave. Foram muitos dias de tensão e desespero, noites mal dormidas.

Rochelle: __ Nós conseguimos!

Ronialdo: __ Agora, nós precisamos achar um lugar ideal para dar-nos a partida.

Passamos mais de dois dias procurando e achamos o lugar ideal para decolar-nos. Era no alto de uma colina, um dos pontos mais altos de Asgarlim. Depois de conseguirmos levar a nave para lá com a ajuda de um cavineiro que na Terra é conhecido como caminhão.

Ronialdo: __ A nossa nave está perfeita conseguimos utilizar nossos recursos naturais, que por sorte conseguimos transformar em um combustível utilizável.

Rilary: __ Nos deu trabalho pra caramba para construir, agora só falta pedir a autorização do rei Rovison.

Rovison tinha o trono de Asgarlim, há pouco mais de 10 anos. Até então ele estava sendo o melhor rei do Planeta e não foi tão difícil conseguir a sua autorização. Passados cinco dias, nos despedimos de nossos amigos Strugues e partimos.

Nossa viagem foi um pouco atribulada, mas nós conseguimos. Utilizamos uma velocidade tão grande que atravessamos o espaço passando por obstáculos.

Após 3 anos, enfim chegamos a Terra.

Socran: __ Eu nem acredito que estou pisando em solo terrestre depois de tantos anos.

Rochelle: __ Nossa missão foi cumprida com sucesso!

Rilary: __ Caraca! Aqui é muito diferente.

Ronialdo: __ É sim, Agora precisamos nos esconder para não causarmos um caos no planeta.

Nós usamos uma arma a laser que causa invisibilidade. Eles ficaram escondidos, enquanto Socran ia visitar alguns lugares. Tudo aqui está diferente, esperava mais desenvolvimento. O planeta está poluído, as pessoas não se amam e a criminalidade está muito grande.

Após vários meses na Terra tiveram que retornar. Fizeram um retorno mais tranquilo, pois já conheciam o percurso. A viagem durou em média dois anos e nove meses até chegar a Asgarlim

__ Rincharad era um ex-funcionário da NASA, conhecido como “bailarina”.

__ Porque tu fez isso tudo, bailarina? Perguntou o tenente.

__ Queria que vocês fizessem todo o trabalho difícil para eu ter o reconhecimento e o dinheiro. Queria vingança, respondeu Rincharad.

__ É, mais infelizmente seu plano não deu errado, Bailarina.

__ Meu nome é Rincharad, seu bosta.

__ Mais respeito comigo, hein! Bom, o desejo a você e ao Leon, um mecânico muito talentoso por sinal, uma ótima hospedagem nesse hotel 5 estrelas.

__ Idiota! Some daqui, filhinho de mamãe!

Rincharad, Leon e o restante do grupo foram presos e condenados. A notícia veio a público e a cientista Emma Jones foi dita como uma heroína. A NASA não havia desistido e estava sempre de olho no planeta Luno.

Fonte: Autorial Própria

Análise dos textos teatrais foi realizada de acordo com os indicadores apresentados no Quadro 2.

A análise dos textos teatrais foi realizada de acordo com os indicadores apresentados no quadro 2. O indicador “redação da história” pode ser visto em todos os textos produzidos nas quatro equipes. A equipe 1 abordou as propriedades do transmissor e receptor (rádio) como telecomunicador, a partir daí falou sobre a história da descoberta do rádio. Na equipe 2, objetivo do conto foi enviar informações para outro planeta o indicador história da ciência foi relacionado com ondas eletromagnéticas, buracos de minhoca e relatividade. Na equipe 3, os alunos fizeram um conto sobre espões que buscavam informações da NASA, a história da ciência entra na comunicação entre o espão que estava na nave, com os malfeitores em Terra essa comunicação teve que ser feita de forma que não fosse à faixa de frequência usada pela NASA, para ele não ser descoberto. A equipe 4 montou um conto sobre seres de outro planeta que visitaram a Terra. Nesse conto a história da ciência entra na possibilidade de se transmitir informações a longa distância instantaneamente, já que os alunos dessa turma, já participaram de uma apresentação teatral, onde o conto encenado era a relatividade de Einstein aborda, entre outras coisas, a dilatação temporal que possibilita o fenômeno conhecido como paradoxo dos gêmeos.

De acordo com o referencial, a história da ciência estuda, por meio das práticas científicas, como as redes de comunicação da tecnologia contribuem para a construção do conhecimento científico (PIMENTEL, 2010). A história da ciência tem sido usada para fornecer os subsídios para discussões sobre diferentes áreas possibilitando a construção de textos didáticos nos aspectos pedagógicos e epistemológicos (SAITO; DIAS, 2013).

No indicador “Criação de Desafios” a equipe 1 foi criativa em seu texto, pois relatou sobre desafio que era resgatar um prisioneiro. Montaram toda uma estratégia para realizar o resgate. A equipe 2 montou um desafio que era a construção de um equipamento para saber se existia vida em outro planeta. Montou toda uma estratégia para a produção, mas não teve a certeza de 100%. Em relação à equipe 3 não abordou indícios de um texto com desafio. O texto abordou uma história de informações que estavam sendo investigadas, para serem roubadas. A equipe 4 montou um texto com desafio de construir uma máquina para chegar a Terra em pouco tempo.

No indicador sobre incluir a física nos textos podemos, verifica-se, no texto da equipe 1, onde a física foi abordada no diálogo dos personagens *“Esse rádio usava um dispositivo, com cabos condutores que podiam se comunicar a um alcance de 5 km”*. No texto da equipe 2 pode ser observada a física na seguinte citação dos alunos: *“ondas de transmissão se realmente existe vida ou não”*. Na equipe 3 no texto produzido não foi encontrado trechos que abordasse a parte da física. No texto da equipe 4 pode ser visto parte da física na citação: *“Utilizamos uma velocidade tão grande que atravessamos o espaço passando por obstáculos.”* As histórias produzidas abordaram muito sobre a transmissão que ocorre quando uma pessoa ou computador gera algum tipo de informação. Esta informação deve ser levada ao transmissor, capaz de enviá-la por meio de ondas eletromagnéticas em determinada frequência (canal de comunicação). Este sinal chega até um receptor, onde o sinal deve ser decodificado e vir a ser transmitido via ondas sonoras (FRENZEL, 2012).

Nos indicadores “Personagens Envolvidos”, “Criatividade” e “Script”, no texto da equipe 1 podem ser visto que os alunos foram criativos na montagem do conto, no nome dos personagens, que estavam envolvidos com falas e na participação ativa dos alunos. O texto da equipe 2 mostrou criativo e os personagens inseridos estavam conectados em seus diálogos mostrando um desafio que precisava ser concretizado. Na equipe 3 os personagens estavam envolvidos na história, com falas em determinadas situações e foram criativos abordando uma situação que está fora à realidade, mas vivenciada, pois algumas situações são noticiadas em jornais pode ser vista em filmes. A equipe 4 foi muito criativa na montagem da história conseguiu inserir e interagir os personagens assim como a criatividade. De acordo com Vygotsky (2001), a expressão artística é uma necessidade do ser humano, inicialmente o sentimento é individual, tornando-se social com o passar do tempo.

No indicador “Interpretação” e “Rendimento dos alunos em sala de aula”. Os alunos da equipe 1 se mostraram participativos atuantes em todo o processo e isso se reflete no texto

teatral. Na equipe 2 o texto produzido mostra que a equipe estava toda inserida na produção final, mostra temas da física em seus diálogos e todos os integrantes estavam participativos durante toda a produção. A equipe 3 abordou um conto com falas de personagens, mas a física não foi tão abordada e os integrantes da equipe se mostraram pouco cooperativos uns com os outros. A equipe 4 se mostrou desde o primeiro instante participativo, bem atuante e todos os integrantes estiveram sempre muito unidos na produção e na realização das atividades propostas. O texto produzido mostra a interpretação da equipe sobre o conteúdo abordado, principalmente no contexto da história da ciência.

Essa relação, entre os integrantes das equipes, está relacionada no referencial teórico relatando à importância da interação social e a cultural o que mostra que o conhecimento não é algo pronto, mas é construído a partir dessa interação possibilitando o desenvolvimento humano (OLIVEIRA, 1993, p.38).

Podemos visualizar nessas análises, que a maioria dos grupos se adaptou bem a nova metodologia. Comparando o questionário inicial, a atividade desenvolvida durante as aulas e o questionário final verificou-se que houve uma melhoria no entendimento dos alunos. Para alguns alunos houve um aprofundamento na definição e entendimento da radiação eletromagnética, que no questionário prévio estavam associando radiação eletromagnética a elementos radioativos, que é somente uma faixa do espectro eletromagnético. As respostas passaram a ser mais elaboradas, incluindo mais características da onda como: viaja no vácuo, transporta energia, é o resultado de campos elétricos e magnéticos oscilando. Outro ponto importante é o papel da história da ciência. Os alunos passaram a dar importância aos pioneiros da História da Ciência. Podemos citar, dos cientistas mencionados em sala de aula, o físico alemão Heinrich Hertz, que em 1887 demonstrou o efeito da radiação eletromagnética no espaço. Neste experimento, a distância de transmissão foi de apenas alguns metros, mas provou que as ondas de rádio podem deslocar-se de um lugar para outro sem a necessidade de conexão por fios. Hertz provou que as ondas de rádio, embora invisíveis, deslocam-se com a mesma velocidade que as ondas de luz (GROB; SCHULTZ, 2003). Outro cientista muito citado foi Maxwell e o mais popular Einstein.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa desenvolvida surgiu da análise reflexiva a partir da experiência do professor regente-pesquisador em uma turma do terceiro ano do Ensino Médio, com objetivo de encontrar alternativas para tornar as aulas de física mais atrativa, proporcionando que a aprendizagem seja significativa para a vida dos alunos contextualizando com a história da ciência.

Durante aplicação desse trabalho os discentes foram capazes de aproveitar a tecnologia que o estudante está inserido despertando a curiosidade científica para a compreensão de conceitos sobre ondas eletromagnéticas e a comunicação humana. Conhecendo a história da construção dos meios de comunicação como a história do rádio e as contribuições dos cientistas ao longo do processo.

A utilização da história envolvendo o tema científico gerou no aluno o interesse em aprender à física contribuiu na construção de uma peça teatral sobre o tema científico envolvendo ondas eletromagnéticas e a transmissão de sinais que podem transportar informações. A avaliação realizada por meio de questionário inicial e final, além do uso de indicadores conceituais.

A partir dessas considerações, foi desenvolvido um produto educacional para o ensino de física com objetivo de aliar o teatro à história da ciência para ensinar as aplicações das ondas eletromagnéticas.

No início da sequência foi aplicado um questionário prévio, com objetivo de buscar os conhecimentos que os alunos já possuíam sobre o assunto que seria trabalhado. Nesse primeiro instante a turma foi dividida em quatro grupos escolhidos pela professora com objetivo de diversificar e analisar a participação de todos. Essa forma de divisão se enquadra na visão de Vygotsky que faz parte do referencial teórico do trabalho. Durante aplicação os alunos assistiram a vários vídeos pequenos sempre na primeira aula, com objetivo de motivar o aluno e estimular a curiosidade sobre o assunto que será trabalhado. Os alunos realizaram experimentos e interagiram com os textos teatrais. Os alunos divididos em grupos a cada aula produziam um texto sobre assunto que estudava em cada aula. Ao final os alunos responderam ao questionário final e apresentaram a peça teatral de acordo com o texto final produzido.

Na aplicação da sequência didática os alunos a cada aula realizavam atividades relacionadas à física interagindo com a história da ciência. As atividades eram realizadas em

sala de aula sempre em grupos e as atividades que realizavam em casa eram corrigidas na aula seguinte ou comentadas, caso fosse algum experimento.

Na análise dos dados, as atividades foram unidas de acordo com categorias como radiação, luz, informação e comunicação. Análise das respostas dos alunos de acordo com as categorias envolvidas no contexto da física. Os alunos ao final avançaram em suas respostas perceberam que os raios X são ondas eletromagnéticas assim como a luz, as ondas de rádio e as de telefonia celular. O que as diferencia é a frequência da onda e, conseqüentemente, sua energia. Logo, os raios X são ondas eletromagnéticas com energia suficiente para ionizar os átomos (NIAS, 1998). A antena de rádio, TV é um condutor, os campos das ondas de uma transmissão distante exercem força sobre as cargas da antena receptora, produzindo uma corrente detectada e amplificada pelo circuito do receptor, e as equipes escreveram o texto final sobre os condutores, teletransporte. Os textos abordaram sobre a propagação em ondas curtas que utiliza a propagação espacial, utilizando ionosfera como propagação ou meio de transmissão (YOUNG; FREEDMAN, 2008).

Os alunos na aplicação do questionário inicial ficaram com muitas dúvidas e apreensivos, pois não haviam estudado o conteúdo e era algo muito novo, mas com o decorrer das aulas os alunos começaram a ter gosto pelas aulas e já relacionar com situações que vivenciam e nunca haviam parado para pensar. As atividades análises mostram como o conhecimento dos alunos avançou. A turma teve acesso a conceitos e atividades novas que nunca pensaram em realizar.

Nas atividades finais da sequência, os grupos já estavam realizando as atividades e a produção do texto com mais facilidade principalmente quando realizavam algum experimento ou quando produziram a programação de rádio que foi analisada em sala de aula puderam analisar e verificar o que poderiam melhorar, ou seja, os próprios alunos analisaram seus trabalhos e de seus colegas.

Nos textos teatrais foi analisado o enredo final de cada grupo levando em ponderação como relacionavam o enredo com a física, a interação com a história da ciência, o desenvolvimento do script e o diálogo dos personagens. Foi analisada a interpretação dos alunos envolvidos no conteúdo estudado e a interação de todos os integrantes do grupo.

Na produção dos textos, no início tiveram grande dificuldade, mas com decorrer das aulas na interação com os colegas puderam perceber e utilizar a capacidade de cada colega no grupo. E no texto final observou um grande resultado todas às equipes foram capazes de realizar um bom texto incluindo os indicadores como a física, história da ciência, criatividade

a participação ativa de todos os integrantes das equipes desenvolveu um bom script com falas para os personagens de forma interativa.

No final da aplicação, identifica-se uma turma mais participativa, crítica e reflexiva que são características determinantes para futuros profissionais conscientes e preocupados em contribuir para a construção de uma sociedade mais justa e igualitária.

A partir de todas as considerações anteriores, conclui-se que o professor deve buscar estratégias diferenciadas que permitam um desenvolvimento investigativo, conceitual e procedimental de seus alunos e, principalmente, contribuam para o ensino de Física. Nesse sentido, espera-se que o produto educacional possa ser utilizado em outras classes, proporcionando aulas mais atrativas, dessa forma o professor pode adaptar a sequência a sua realidade.

De acordo com Vygotsky a escola possui um importante papel no desenvolvimento do indivíduo. Relata que um ensino baseado apenas na verbalização é infrutífero, possibilita a necessidade de inserir nas escolas uma aprendizagem baseada na informação e experiência onde aprendizagem realmente ocorrerá (VYGOTSKY, 1984, p.99).

REFERÊNCIAS:

AMMANN, E.; KUTSCHERA, W. X-Ray tubes – continuous innovative technology. *The British Journal of Radiology*, v.70, p.S1-S9. 1997.

ANDRÉ, M.E.D.A. *Etnografia da prática escolar*. Campinas: Papirus, 1995.

ARCANJO FILHO, M. Demanda epistemológica no ensino de física. 2011. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: Acesso em: 04 mar. 2016.

ARMILIATO, V.; ARAUJO, S.C. dos S. O lugar do político no teatro. O Mosaico, *Revista de Pesquisa em Artes* da Faculdade de Artes do Paraná, Curitiba, n.5, p. 134-146, 2011.

ASSIS, A.; CARVALHO, F. C.; DOBROWOLSKY, M. S. *Análise da postura de uma professora participante de um curso de formação continuada*. In: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS, IX, Girona, *Anal*, p. 207-211, 2013.

BARDIN, L. *Análise de Conteúdo*, 1ª edição, 2016.

BARBACCI, S. From the Golem to artificial intelligence: science in the theatre for an existential reflection. *Journal of Science Communication*, Trieste, v. 1, n. 3, p. 87-96, 2002.

BARRETO, M. B. P. M.; PORTO, P. A.; FERNANDEZ, C. Análise das concepções dos alunos do 1o ano do Ensino Médio sobre ciência e cientistas a partir de questões levantadas na peça Oxigênio. *Anal*. In: 25º Reunião anual da Sociedade Brasileira de Química, 2002.

BIÃO, A. J. C. *Etnocologia e a cena bahiana: textos reunidos*. Salvador: P&A Gráfica e Editora, 2009.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. *Investigação qualitativa em educação*. Tradução Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto Editora, 1994.

BRASIL. Ministério da Educação. *Parâmetros Curriculares Nacionais: novo ensino médio*, Brasília: MEC, 2006.

BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: Ministério da Educação, 2015. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/documentos/>

BRECHT, B. *Estudos sobre teatro*. Tradução: Fiana Pais Brandão. Rio de Janeiro: Nova Fronteira (Coleção Logos), 210p, 1978.

CACHAPUZ, A. F. *Arte e ciência no ensino das ciências*. *Interacções*, Portugal, n. 31, p. 95-106, 2014.

CANDA, C. N. Sentidos da arte: diálogos entre teatro, a experiência estética e a educação. *Revista Científica da Faculdade de Artes do Paraná*, Curitiba, v. 5, p. 243-261, 2010.

COLL, César et al. Os conteúdos na reforma: ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998

CUNHA, M. I. O tema da formação de professores: trajetórias e tendências do campo na pesquisa e na ação. *Educ. Pesquisa São Paulo*, n. 3, p. 609-625, jul./set, 2013.

Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ep/v39n3/>

DAVIDOV, V. *La enseñanza escolar y el desarrollo psíquico; investigación psicológica teórica y experimental*. Moscou, Editorial Progreso, 1988.

DAWSON, J. Qualitative search findings: what do we do to improve and estimate the validity? Nova York. *Anais*. Trabalho apresentado no Encontro Anual da AERA, 1982.

DEMO, P. Educação científica. *Boletim Técnico SENAC, Revista de Educação Profissional*, Rio de Janeiro, v. 36, n. 1, p. 15-25, 2010.

DENZIN, N.K *The Research Act*. New York: MacGraw-Hill, 1978.

ENNIS, R. H.; FEYERABEND, P. K.; ERICKSON, F. *Research in Philosophy of Science Bearing on Science Education*, in P. D. Asquith H. E. Kyburg (eds.) *Current Research in Philosophy of Science*, PSA, East Lansing, pp. 138-170. 1975, *Against Method*, (1986). "Qualitative methods in research teaching". In M. C. Wittrock (ed.), *Handbook of Research on Teaching* (3rd ed.). New York: Macmillan, 1979.

FONSECA, C. Quando cada caso não é um caso. Pesquisa etnográfica e educação. In: *Revista Brasileira de Educação*, nº. 10, jan/fev/mar/abr, p. 58-78, 1999.

FRENZEL JR., L. E. *Modulação, demodulação e recepção: fundamentos de comunicação eletrônica*. 3. ed. Porto Alegre: AMGH, 2012. 362p, 2012.

GATTI, B. A Produção da pesquisa em educação no Brasil e suas implicações sócio-político-educacionais: uma perspectiva da contemporaneidade. Campinas. Trabalho apresentado na III Conferência de Pesquisa Sociocultural, 2000.

GARDAIR, T. L. C.; SCHALL, V. T. Ciências possíveis em Machado de Assis: teatro e ciência na educação científica. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 15, n. 3, p. 695-712, 2009.

GONZÁLEZ, R.; FERNANDO, L. *Pesquisa qualitativa em psicologia: caminhos e desafios*. Tradução: Marcel Aristides F. Silva. São Paulo: Pioneira Thompson Learning, 2002.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R. *Fundamentos de Física III*. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2012.

HÖTTECKE, D.; SILVA, C. C. Why implementing history and philosophy in school science education is a challenge: an analysis of obstacles. *Science & Education*, Dordrecht, v. 20, n. 3-4, p. 293-316, 2011. Disponível em: . Acesso em: 17 out. 2013.

ICRP. The International Commission on Radiological Protection. 1990 *Recommendation of the International Commission on Radiological Protection*. S.l.: Pergamon Press. 1991.

KLEIN, M. J. Use and Abuse of Historical Teaching in Physics , in S. G. Brush& A. L. King (eds.) *History in the Teaching of Physics*, University Press of New England, Hanover, 1972.

LINCOLN, Y.; GUBA, E. *Naturalistic inquiry*. Newburg Park: Sage, 1985.

LUDKE, M. Como anda o debate sobre metodologias quantitativas e qualitativas na pesquisa em educação. *Cadernos de Pesquisa*, n.64, p. 61-3, 1998.

LUNA, S. O Falso conflito entre tendências metodológicas. *Caderno de Pesquisa*, n 66, p.70-4, 1998.

LÚRIA, A. R. VYGOTSKY, L. S. LEONTIEV, A. N. *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem*. São Paulo, ícone, 1988.

MACH, E. *On Instruction in the Classics & the Sciences* ', in his *Popular Scientific Lectures*, Open Court, LaSalle., 1943.

MARTINS, A. F. P. História e Filosofia da Ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho. *Caderno Brasileiro de Ensino De Física*, 24(1), p. 112 – 131, 2007.

MARTINS, T. J.; LUPETTI, K. O.; MORASSUTTI, M. S. A. N.; SANTOS, C. E. S.; LIMA, L. P.; ALMEIDA, L. F.; MACEDO, A. N.; SARRIA, A. L. F.; COELHO, D. C. S.; KASSEBOEHMER, A. C.; DENADAI, M.; SILVA, C. G.; PEREIRA, T. M.; GROMBONI, M. F.; OJIMA, R. T.; MOURA, A. F. Peça Teatral “A Fazendinha Canchim”: divulgando a ciência para crianças. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA XIV, Atas.Curitiba: UFPR, 2008.

MACH, E. *The Science of Mechanics*, Open Court Publishing Company, LaSalle II, 1960.

MARX, K. *Manuscripts de 1844*. Paris, Editions Sociales, 1972.

MCCOMAS, W. Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science. *Science & Education*, v. 17, Dordrecht, 2008.

MATTHEWS, M. R. A Role for History and Philosophy in Science Teaching', *Educational Philosophy and Theory* 20(2), 67-81, 1988.

MEDINA, M.; BRAGA, M. *O Teatro como Ferramenta de Aprendizagem da Física e de Problematização da Natureza da Ciência*, 2010.

MONTENEGRO, B.; FREITAS, A. L. P.; MAGALHÃES, P. J. C.; SANTOS, A. A.; VALE, M. R. O papel do teatro na divulgação científica: a experiência da Seara da Ciência. *Ciência e Cultura*, v. 57, n. 4, p. 31-32, 2005.

MONTEIRO, M. A. A. *Um estudo da autonomia docente no contexto do ensino de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental*. 305 f. Tese. (Doutorado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2006.

MONTENEGRO, B.; FREITAS, A.L.P.; MAGALHÃES, P.J.C.; SANTOS, A.A.; VALE, M.R. O papel do teatro na divulgação científica: a experiência da Seara da ciência. *Ciência e Cultura*, vol.57, n.4, p.31-32, 2005.

MORAES, M. B. S. A. *Uma proposta para o ensino da eletrodinâmica no nível médio*. Porto Alegre: Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

MOREIRA, L, M. Oxigênio: Uma abordagem filosófica visando discussões acerca da educação em ciências – parte 1: poder e ambição. *Ciência e educação*, vol. 18, n.4, 2012.

MORIN, E. *Os setes saberes necessários à educação do futuro*. São Paulo: Cortez, 2007.

MOURA, D. A.; TEIXEIRA, R. R. P. *O teatro científico e o ensino de física – análise de uma experiência didática*, 2010.

MOURA, C. B., GUERRA, A. História Cultural da Ciência: um caminho possível para a discussão sobre as práticas científicas no ensino de ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 16(3), 725-748, 2016.

NIAS, A.H.W. *An introduction to radiobiology*. 2. ed. West Sussex: John Wiley & Sons. 1998.

OLIVEIRA, M. E.; STOLTZ, T. Teatro na escola: considerações a partir de Vygotsky. *Educar em Revista*, n.36, p.77-93, 2010.

OLIVEIRA, Z. M. R. de et alli, Criches: crianças, faz de conta e Cia. Petrópolis, RJ, Vozes, 1992.

OLIVEIRA, N.R.; ZANETIC, J. A presença do teatro no ensino de física. In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, IX, 2004.

PALMA, C. Arte e ciência no palco. Entrevista concedida a Luisa Massarani e Carla Almeida. *História, Ciências, Saúde*, Manguinhos, v. 13 (suplemento), p. 233-46, out, 2006.

PAVIS, P. *Dicionário de teatro*. São Paulo: Perspectiva, 2008.

REALTEK. RTL2832U. Disponível em: Acesso em: 20 de Outubro de 2018.

REIS, J. C.; GUERRA, A.; BRAGA, M. Ciência e arte: relações improváveis? *História, Ciências, Saúde* – Manguinhos, v. 13, (suplemento), p. 71-87, Outubro, 2006.

RIO DE JANEIRO (Estado). Secretaria de Estado de Educação. *Currículo mínimo de Física*. Rio de Janeiro: Governo do Estado do Rio de Janeiro, 2012.

ROQUE, N.F. Química por meio do Teatro. *Química nova na escola*, 25 (1). p. 27-29, 2007.

SEVERINO, A. J. “Acesso ao mundo de escrita: os caminhos paralelos de Luria e Ferreiro”. In: *Caderno de Pesquisa*, 75: 25-33, nov, 1990.

SILVA, V.M.; RABONI, P.C.A. A utilização do teatro no ensino de física. In: *Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Bauru. Atas... Bauru: ABRAPEC, 2005.

SILVEIRA, A. F.; ATAÍDE, A. R. P.; FREIRE, M. L. F. Atividades Lúdicas no ensino de Ciências: uma adaptação metodológica através do teatro para comunicar a ciência a todos. *Educar*, Curitiba, 34(1), p. 251-262, 2009.

STAKE, R.E., The case study method in social inquiry. *Educational Researcher*, v. 7, n.2, 1978.

SWIFT, J. N. The Tyranny of Terminology: Biology, *The Science Teachers Bulletin* 60(2), 24-26, 1988.

URZETTA, F. T. Formação continuada de professores de ciências: dificuldades e conquistas. *Anais*. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA DO NUPEPE II, Uberlândia. Atas... p. 156-164, 2010.

VIANNA, H. M. *Pesquisa em educação: a observação*. Brasília: Líber Livro Editora, (Série Pesquisa, v. 5), 2007.

VYGOTSKY, L.S. *Pensamento e linguagem*. Tradução Jéferson Luiz Camargo; revisão técnica José Cipolla Neto. São Paulo: Martins Fontes, 1993.

VYGOTSKY, L.S. *Psicologia da arte*. 2. Ed. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

WEBB, S.; WEBB, B. *Methods of social lstudy*. London: Longmans, Green & Co, 1932.

XAVIER, C. H. G.; PASSOS, C. M. B.; FREIRE, P. T. C., COELHO, A. A. O uso do cinema para o ensino de Física no ensino médio. *Experiências em ensino de ciências*, 5(2), p. 93-106, 2010.

YOUNG, H.D.; FREEDMAN, R. *Física II*. São Paulo: Editora Pearson, 2008.

YOUNG, H.D.; FREEDMAN, R. *Física III*. São Paulo: Editora Pearson, 2008.

YOUNG, P. H. *Técnicas de comunicação eletrônica*. 5. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

ZANETIC, J. Física também é cultura. *Tese* (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

Apêndice



Produto Educacional

O Fantástico Mundo da Era
do Eletromagnetismo

Vanessa dos Santos Merlim

2019

Instruções

Este produto educacional é destinado ao estudo das ondas eletromagnéticas com aplicação nas telecomunicações usando como diferenciação pedagógica o teatro científico.

Este caderno contém aspectos teóricos e práticos das ondas eletromagnéticas, assim como atividades para serem feitas em sala de aula, atividades extraclasse e por último o encaminhamento do teatro científico.

O teatro científico foi construído a cada aula, respeitando o conteúdo necessário para se chegar à construção de um rádio FM. A ideia é dividir os alunos em grupos e cada grupo escolherá um tema para a criação da peça teatral. A trama criada pelos alunos deve incluir a física da construção do rádio.

Neste caderno também consta o questionário para a obtenção de conhecimentos prévios. As questões são sobre situações gerais vindas do cotidiano que apresentam conceitos sobre ondas de rádio, radiação. O questionário inicial foi dividido em dois blocos de perguntas. O primeiro bloco apresenta perguntas conceituais de física e o outro bloco apresenta perguntas relacionadas ao cotidiano.

SUMÁRIO

Sequência Didática.....	159
Primeiro Encontro: Pré- Sequência didática: Questionário de conhecimentos prévios.....	166
Segundo Encontro: Primeira Aula: Equações de Maxwell e a função de onda eletromagnética.....	169
Terceiro Encontro: Segunda Aula: Corrente alternada e a guerra das correntes...	184
Quarto Encontro: Terceira Aula: Atividades Reflexivas.....	193
Quinto Encontro: Quarta aula: Propagação e aplicações das ondas eletromagnéticas.....	199
Sexto Encontro: Quinta Aula: A era das Telecomunicações.....	201
Sétimo Encontro: Sexta Aula: Transmissor na era das Telecomunicações.....	209
Oitavo Encontro: Sétima Aula: O Receptor na era das Telecomunicações	218
Nono Encontro: Oitava Aula: Finalização da Peça Teatral.....	230
Décimo Primeiro Encontro: Décima Aula: Avaliação Final de Conteúdo.....	234
Décimo Segundo Encontro: Apresentação do Teatro.....	

Sequência Didática

A sequência didática está elencada na tabela abaixo:

Quadro 23: Sequência Didática

Encontros	Etapas	Quesitos	
1º	Pré- Sequência didática	Assunto	Questionário de conhecimentos prévios.
		Objetivos	Obter os conhecimentos prévios dos alunos.
		Descrição	16 questões.
2º	Primeira Aula: Equações de Maxwell e a função de onda eletromagnética	Assunto	Apresentar o vídeo o mundo das invenções: que conta a história dos cientistas que desenvolveram os primórdios da eletricidade, na parte 1.
		Objetivos	→ Introduzir as equações de Maxwell do ponto de vista conceitual recordando a parte elétrica com ênfase na parte magnética; → Introduzir a equação de onda para os campos elétricos e magnéticos; → Introduzir a história da ciência a partir de Öersted e Faraday. → Introduzir os elementos de uma onda. → Introdução dos primeiros elementos do teatro: O gênero e o começo da história
		Descrição	A ideia desta aula é introduzir as leis do eletromagnetismo juntamente com os elementos de uma onda. Como atividade do teatro a ideia é que os alunos dentro dos gêneros sorteados na pré-sequência didática comecem a escrever a história
		Assunto	Exibição de 15 minutos do vídeo apresentando o cientista Tesla. Apresentação de outro vídeo com a explicação sobre a invenção da corrente alternada por Tesla.
		Objetivos	→ Apresentação da ideia de Tesla sobre transmissão à distância; → Introdução dos conceitos de corrente alternada;

3º	Segunda Aula: Corrente alternada e a guerra das correntes.		<p>→ Introdução de um equipamento chamado osciloscópio;</p> <p>→ Introduzir o estudo de bobinas girando em campo magnético uniforme;</p> <p>→ Introdução de correntes senoidais alternadas;</p> <p>→ Trabalhar com alguns aspectos matemáticos;</p> <p>→ Os elementos do teatro introduzidos são: Os problemas desafio com a física envolvida.</p>
		Descrição	<p>Nessa aula a ideia é passar 15 minutos falando sobre a vida do cientista Tesla e depois introduzir uma série de questões sobre o vídeo que será comentado pelo professor, mas se trata de um trabalho de pesquisa para casa, para ser discutido na terceira aula. Logo após o professor deve passar os minutos finais do vídeo da aula anterior que fala de Tesla e a corrente alternada. O professor também deve trabalhar aspectos matemáticos, usando como exemplo uma bobina em um campo magnético variável. Nesse momento o professor faz o cálculo do fluxo magnético que atravessa a bobina girando e induz uma força eletromotriz. O professor deve mostrar que quando se liga um resistor a esse conjunto a força eletromotriz induz uma corrente alternada. Nesta aula, o professor diferencia um circuito movido a corrente contínua de outro movido a corrente alternada.</p> <p>A atividade de teatro foi introduzir um problema desafio, para que o aluno conecte a física ao teatro. No problema desafio, o professor, associa as frequências com as situações que existem na natureza, e no caso desta aula o problema é se afastar de uma fonte de emissão de raios gama.</p>
		Assunto	Exibição do Vídeo manual do mundo, onde o apresentador monta uma bobina de Tesla, capaz de acender uma lâmpada.

4º	Terceira Aula: Atividades Reflexivas	Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> → Introduzir a ideia de Alta tensão; → Eletricidade sem fio; → História das guerras das correntes; → Estimular a criatividade através dos inventos do passado; → Introduzir a motivação da construção de experimentos → Inserir objetos reais para construção de experimentos → Os elementos do teatro introduzidos foram: o ambiente onde se passa a história teatral; a introdução dos personagens da peça teatral e por último a introdução dos problemas desafio para obter os momentos de clímax da peça teatral que correspondem aos desafios de física.
		Descrição	<p>Nesta aula, o professor vai retornar os questionamentos introduzidos na aula anterior para promover o debate sobre a corrente alternada. Para auxiliar essa tarefa, o professor deve passar o vídeo do manual do mundo onde os apresentadores constroem uma bobina Tesla. Como atividade ligada ao teatro, o professor deve introduzir um problema onde os estudantes devem encontrar um artefato misterioso, usando a física dada até aquele momento. Os alunos também devem mandar mensagens para seus amigos usando uma bobina Tesla bem potente. Nessa parte do teatro o professor deve trabalhar com os alunos o ambiente onde será passada a história e os personagens.</p>
5º	Quarta aula Propagação e aplicações das ondas eletromagnéticas	Assunto	Propagação de Energia e aplicações das ondas eletromagnéticas
		Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> → Introduzir o vetor de Poynting; → Introduzir a Energia eletromagnética transportada; → Introduzir diversas aplicações para as diversas faixas de energia dos raios gamas até as micro-ondas; → Introduzindo elementos do teatro: Introdução dos detectores na peça teatral.

		Descrição	Nesta aula o professor irá trabalhar o vetor de propagação das ondas, chamado de vetor de Poynting e a energia eletromagnética incluindo as suas expressões matemáticas que serão trabalhadas nas aulas. Deve-se também introduzir, vários exemplos do aparecimento dessas ondas na sociedade que vivemos e sua periculosidade ou utilidade. Na atividade do teatro incluímos mais um dispositivo de medição que foi um aparelho que vê o calor das coisas, ou seja, máquina termográfica. Essa deve ser incluída a peça teatral através de uma tarefa que o grupo deve fazer, para identificar coisas que emitem calor num determinado lugar.
6º	Quinta Aula A era das Telecomunicações	Assunto	Ondas eletromagnéticas ligadas às telecomunicações.
		Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> → Introduzir as ondas na frequência televisiva transporte de som e imagem; → Inserir curiosidades históricas sobre as emissões com ondas de rádio, telégrafo e a história de Marconi; → Explicar como funcionam as ondas de Radio FM em termos de propagação no espaço. → Explicar como funcionam as ondas de radio AM e sua propagação no espaço → Como funciona o telefone → Comparar como funciona o telefone sem fio; → No que diz respeito ao teatro: incorporar a física aprendida na peça teatral; → Definir o objetivo da peça teatral.
		Descrição	Nesta aula, o professor deve introduzir as telecomunicações introduzindo as ondas de TV, estudando a TV digital, suas características e por que o sinal é melhor que na TV comum. O professor deve começar a introduzir as ondas de rádio FM e suas particularidades, as ondas de rádio AM e comparar as duas formas de propagação. Comentar sobre os outros dispositivos, como telefone, telefone sem fio, GPS, entre outros meios de comunicação via onda eletromagnética.

7º	Sexta Aula: Transmissor na era das Telecomunicações	Assunto	Transmissão de ondas eletromagnéticas
		Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> → Introduzir o circuito do transmissor eletromagnético; → Especificar todos os componentes envolvidos; → Motivar os alunos com a criação de sua própria emissora de rádio; → Compreender o papel da antena, nos dois dispositivos o transmissor e o rádio; → Entender e saber calcular o papel da sintonia.
		Descrição	Nesta aula o professor deve introduzir o estudo dos circuitos eletromagnéticos. Para isso, deve passar um vídeo onde o apresentador faz passo a passo, e introduz os dispositivos eletrônicos necessários para este fim. Os alunos devem em grupo fazer uma parte da tarefa para eles próprios e no fim todos os grupos devem expor a importância das tarefas que ficaram responsáveis. Como atividade os alunos devem responder diversos questionamentos sobre a construção do circuito e a importância da aparelhagem completa.
8º	Sétima Aula O Receptor na era das Telecomunicações	Assunto	Recepção de ondas eletromagnéticas
		Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> → Introduzir os elementos do circuito do rádio FM; → Comparar com os elementos do Transmissor; → Introduzir o rádio de Galena → Fazer a comparação do rádio de Galena com o rádio FM; → A atividade de teatro é construir a um rádio amador para a comunicação entre os grupos que se separam. → Atividade com o dominó
		Descrição	O objetivo desta aula é aprender como se constrói um receptor de ondas de rádio FM, ou seja, um Rádio FM e comparar com o transmissor e rádio de galena. O objetivo aqui é estudar os componentes e comparar com a construção do transmissor. O professor pode usar uma estratégia diferente nessa aula. É interessante que o professor monte o

			circuito previamente, e com esse circuito pronto compare os componentes e estruturas com o da aula anterior. O professor deve trabalhar com seus alunos a importância de cada componente. Na atividade do teatro incluir um problema desafio que envolva a montagem de um rádio amador.
9º	Oitava Aula Finalização da Peça Teatral	Assunto	Finalização da Peça Teatral
		Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> → Comentar a revisão, feita pelo professor, do texto que os alunos produziram em todos os encontros; → Adaptar o texto que produziram agora com os diálogos de cada grupo, ou seja, criar o roteiro do teatro; → Finalizar a Peça Teatral.
		Descrição	Nesse momento, o professor deve comentar os textos que os alunos já entregaram para o professor. Os alunos vão ser orientados a produzir agora o roteiro teatral, já com as falas de cada um dos personagens e finalizar a peça.
10º	Nona Aula Avaliação Final do Teatro Científico	Assunto	Avaliação Final do Teatro Científico
		Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> → Avaliar as peças teatrais dos grupos através de uma banca examinadora; → Selecionar as peças teatrais quanto aos critérios pré-estabelecidos; → Escolher quais peças teatrais comporá a apresentação final.

		Descrição	Neste encontro o objetivo é montar uma banca para avaliar a qualidade das peças produzidas. Foram chamados para essa etapa, professores da própria escola nas diversas áreas. Os critérios estabelecidos foram feitos baseados no conteúdo e elementos de teatro.
11º	Décima Aula	Assunto	Avaliação Final de Conteúdo
	Avaliação Final de Conteúdo	Objetivos	→ Medir o desempenho final dos alunos; → Obter a opinião dos estudantes em relação às estratégias utilizadas.
		Descrição	Neste momento será aplicado um questionário final para medir o que os alunos aprenderam com o da intervenção didática. Também será aplicado um questionário, para ver a opinião dos alunos a respeito das atividades desenvolvidas, grau de dificuldade e motivação dos alunos.
12º	Final	Assunto	Apresentação do Teatro

Fonte: Autoria Própria

Pré-Aula

Diagnóstico de Conhecimentos Prévios

Neste primeiro encontro o professor deve introduzir um questionário de conhecimentos prévios que possibilite aos seus alunos externarem o que sabem sobre o assunto a ser estudado. Neste caderno sugerimos algumas questões interessantes que o professor pode fazer aos seus alunos.

Questão I: Você já ouviu falar de radiação (ou radiação eletromagnética)? Explique em sua opinião o que ela é e de onde pode vir.

Questão II: Quando observamos o céu a noite, conseguimos identificar vários objetos brilhantes chamados de estrelas e alguns planetas. Por que podemos vê-los no céu escuro?

Questão III: Em termo da visibilidade, o Sol é um corpo que emite luz própria, mas a Lua não, porque conseguimos vê-la no céu noturno?

Questão IV: Diga com suas palavras o que é a luz?

Questão V: Quando entramos num quarto escuro, não vemos nenhum objeto. O que acontece quando acendemos a luz? Por que conseguimos ver os objetos e não somente às fontes de luz como no caso do céu noturno?

Questão VI: O calor que sentimos, mesmo quando não estamos ao Sol é algum tipo de radiação eletromagnética? Caso afirmativo ou não explique sua resposta?

Questão VII: À noite, ou durante o dia, conseguimos receber informações vindas da TV ou rádio. Explique com suas palavras por que isso acontece.

Questão VIII: Recentemente, estamos recebendo informações sobre a troca do sinal de TV de analógico para digital. Você saberia explicar algo sobre esse assunto?

Questão IX: Em muitas casas, temos a presença de antenas parabólicas e em outras, uma antena que se parece com uma espinha de peixe. Explique a vantagem de uma em detrimento da outra e por que são necessárias.

Questão X: No seu celular você consegue realizar chamadas telefônicas e usar o Whatsapp. Como isso acontece? O mecanismo de um é o mesmo do outro? Envolve radiação eletromagnética?

Questão XI: Numa tempestade eletromagnética vemos primeiro a luz (relâmpago) e depois o som (trovão). Por que isso acontece? Tem haver com ondas?

Questão XII: Em torno da terra temos um satélite natural (Lua) e satélites artificiais. Qual a utilidade dos satélites artificiais? Se uma nave alienígena destruísse todos os satélites em torno da terra, o que isso mudaria na sua vida?

Questão XIII: Como os astronautas se comunicam entre eles fora da nave ou com a base na Terra? No cinema está em cartaz um filme sobre a primeira aterrissagem na Lua, como eles mandaram as informações para a Terra?

Questão XIV: O cientista Roentgen, em 1895, fez um experimento sobre uma radiação emitida por elétrons altamente energéticos. Ele percebeu que alguns objetos que eram opacos para a luz visível não eram para esta radiação. Curiosamente após vários experimentos com vários objetos verificou que quando colocava a mão entre a fonte dessa radiação e uma chapa fotográfica se via a estrutura óssea da mão. Durante a guerra, os médicos usaram essa radiação para ver as fraturas dos soldados. Ela foi nomeada de raios X, que usamos até hoje. Essa radiação é a mesma que a radiação solar, ou qualquer outro tipo de radiação eletromagnética? Explique o que você sabe sobre o assunto.

Questão XV: Explique a diferença entre radio AM, FM. Qual se pode escutar a mais longa distancia?

Questão XVI: A estação da rádio Itaocara pode ser sintonizada em Campos? Explique com suas palavras.

Atividades

ATIVIDADE 1: Após o questionário de conhecimentos prévios o professor deve pedir aos seus alunos que escolham os gêneros de sua produção teatral conforme mostra a figura.



Crie uma história, que vocês deverão interpretar ao final do bimestre, envolvendo as ondas eletromagnéticas e a Física envolvida.

Gênero da Peça Teatral								
Ficção Científica	Catástrofe	Comédia	Documentário	Espionagem	Policial	Guerra	Mistério	Aventura

ATIVIDADE 2: O professor deve introduzir os elementos de história da ciência que devem ser discutidos na aula posterior, para isso o professor deve pedir para seus alunos assistirem em casa ao vídeo a História da Eletricidade Parte II: A Era das Invenções:

<https://www.youtube.com/watch?v=35rwA8F3sgYh?v=t5m-9vjCe1g>

AULA 1

Introdução as Ondas Eletromagnéticas

Nessa aula o professor deve introduzir os aspectos gerais do assunto de ondas eletromagnéticas. Para isso, o professor deve utilizara estratégia de apresentar exemplos que estão no cotidiano do estudante. Esses exemplos devem ser facilmente visualizados pelos alunos.

O material desenvolvido, busca introduzir a parte Moderna e Contemporânea do Eletromagnetismo no ensino médio usando o teatro como meio facilitador. A física envolvida deve está embutida nas histórias criada pelos alunos, sendo histórias fictícias ou não.

Outro ponto importante é que os professores busquem discutir a física envolvida no questionário de conhecimentos prévios, pois essas questões já funcionam como um ponto de partida para introduzir o assunto e criar a curiosidade.

Dentre os diversos tipos de materiais que podem ser usados, foi utilizado: os vídeos históricos, os vídeos com experimentos, trechos de filmes e experimentos em sala de aula.

Nessa aula o aluno será capaz de:

- 1) Entender de uma maneira geral a origem das ondas eletromagnéticas das estrelas;
- 2) Como a luz das estrelas chega até a Terra;
- 3) Saber em linhas gerais as partes do espectro eletromagnético e onde são aplicados;
- 4) Elementos de uma onda;
- 5) Os tipos de onda;
- 6) A matemática envolvida.

1º Passo → Explicar o que vai ser estudado na aula (slide 1)

Para o professor inserir o objetivo desta aula, deve retornar a algumas questões do questionário prévio, buscando conectar o cotidiano do aluno aos objetos da aula e buscando também fazer com que o estudante perceba o mundo a sua volta.

Um elemento do cotidiano que pode ser introduzido é o céu noturno. Então um questionamento que o professor pode introduzir pode ser:

Quando você olha para o céu noturno você vê as estrelas brilharem, ou seja, emitirem luz visível (um tipo de onda eletromagnética) e o Sol, que também é uma estrela, também emite?

Figura 73: Distância entre o Sol e a Terra



Fonte⁴⁴:

Neste questionamento, o professor deve fazer o aluno refletir sobre o assunto e ajudá-lo a externar suas ideias. Essa pergunta deve fazer o aluno perceber que as estrelas no céu têm a mesma característica que o Sol e podem ser até mais potentes que o Sol, só não perceber por que elas estão longe. Um exemplo simples que pode ser feito aqui é usar a distância entre o Sol e a terra e considerando que a luz tem uma velocidade constante $c = 3 \times 10^8$ m/s, calcular o tempo que a luz demora a chegar a Terra.

As próximas questões que devem ser introduzidas nessa aula são:

Questão 1: Como o Sol e as Estrelas emitem luz visível?

Questão 2: Porque podemos perceber essa luz visível na Terra?

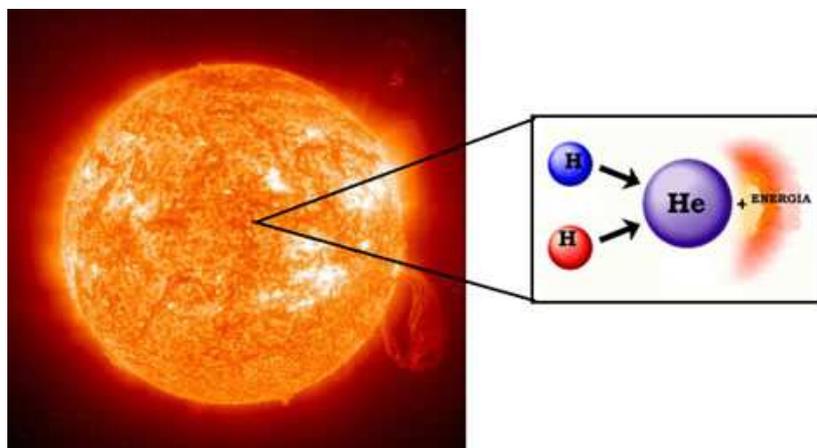
2º Passo → Resposta ao questionamento inicial,

Questão 1: Como o Sol e as Estrelas emitem luz visível? (Slide 2)

⁴⁴Disponível em: <https://aprofundar.com.br/distancia-sol-e-terra/>

O professor deve explicar aos seus alunos em linhas gerais como o Sol emite luz. O professor pode fazer isso usando a reportagem apresentada na fonte da figura 1.2.

Figura 74: Fusão Nuclear



Fonte⁴⁵:

O núcleo de hidrogênio que compõe a estrela emite muita energia devido à **fusão nuclear de núcleos de hidrogênio que se transforma em hélio**.

Mais aprofundamento: ao professor Info Escola - <https://www.infoescola.com/fisica/fusao-nuclear/>

3º Passo → Resposta ao questionamento inicial,

Questão 2: Porque podemos perceber essa luz visível na Terra? (Slide 3)

Para esse questionamento o professor deve explicar aos seus alunos que essa energia é liberada em forma de ondas eletromagnéticas, que chegam a Terra. Logo a seguir deve indagar:

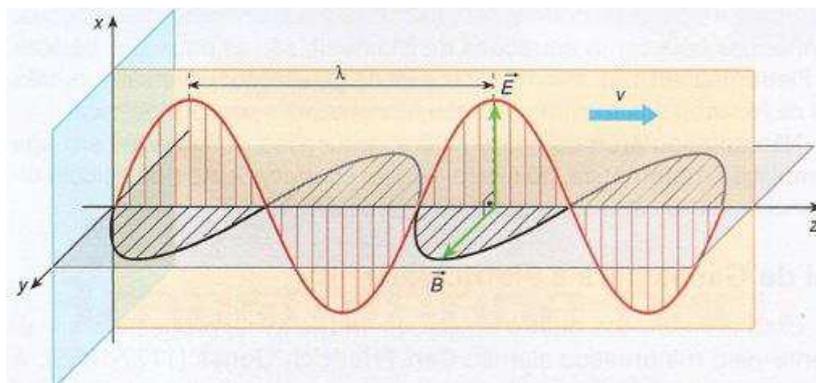
Então como essas ondas eletromagnéticas chegam até a Terra, já que entre a Terra e o Sol existe ausência de um meio para a luz se propagar?

Então o professor deve explicar que a energia luminosa emitida pela estrela chega até nos por que a onda eletromagnética é uma onda transversal que se propaga na ausência de um

⁴⁵ Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/fusao-nuclear.htm>

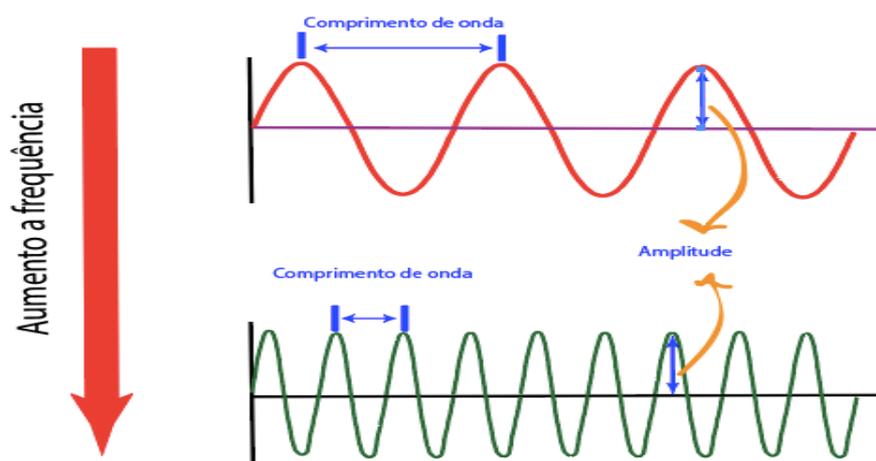
meio, ou seja, ela se propaga no vácuo e é composta da oscilação de campos elétricos e magnéticos conforme mostra a figura 1.3:

Figura 75: Propagação das ondas eletromagnéticas no espaço em função do campo Elétrico e Magnético.



Nesta hora o professor deve introduzir elementos de uma onda usando a figura 1.4, deixando claro que seja para a onda elétrica ou magnética são ondas com o mesmo comportamento, ou seja, são transversais.

Figura 76: Elementos de uma onda.



Fonte: O Autor.

O professor deve levantar a atenção de seus alunos que quanto maior a frequência menor o comprimento de onda por que $\lambda = c/f$, são grandezas inversamente proporcionais e que a frequência (f) é o inverso do período (T) matematicamente $f = 1/T$. Outro ponto

importante que o professor não pode deixar de mencionar que a equação que rege esses parâmetros da onda para uma onda senoidal é dada por

$$E = E_0 \sin \left(2 \pi \left(\frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T} \right) \right)$$

Numa direção perpendicular a propagação.

Então depois de introduzir alguns elementos de uma onda, o professor deve mostrar ao aluno que quem unificou todas essas equações foi o cientista J. C. Maxwell, que encontrou a relação entre as ondas eletromagnéticas que se propagam no vácuo achando a expressão simples;

$$\mathbf{E} = c \mathbf{B}$$

onde c é a velocidade da luz no vácuo e pode ser escrita em relação as constantes de permissividade elétrica ϵ_0 e permeabilidade magnética μ_0 , da seguinte forma:

$$\epsilon_0 \mu_0 = 1/c^2$$

Para finalizar a parte teórica da aula o professor deve relacionar alguns exercícios interessantes sobre o assunto para os alunos fazerem em casa.

4º Passo: História da Ciência através do vídeo

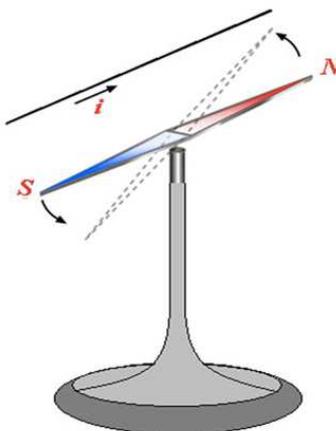
Nesta parte o professor deve passar os 15 minutos iniciais do vídeo com a história da eletricidade parte II; A Era das Invenções que introduz o assunto que será estudado nas aulas posteriores e serve de motivação para a construção das histórias teatrais. Esse vídeo já foi assistido em casa.

<https://www.youtube.com/watch?v=35rwA8F3sgYh?v=t5m-9vjCe1g>

Depois dos 15 minutos de vídeo o professor passa a questionar os alunos a respeito dos experimentos que foram apresentados no vídeo.

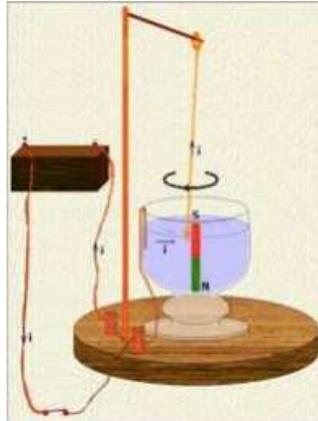
Slide 4: O Experimento de Oersted:

O primeiro experimento que pode ser demonstrado em sala de aula é o experimento de Oersted, 1918, que mostrou que ao passar uma corrente elétrica em um fio de cobre e aproximá-lo de uma bússola pôde observar que isso fazia a agulhada bussola girar, como mostra na figura 77.

Figura 77: Experimento de OerstedFonte⁴⁶:**Slide 5:** O Experimento de Faraday: Corrente elétrica

A figura 78 mostra o primeiro experimento de Faraday, chamado de motor homopolar de Faraday.

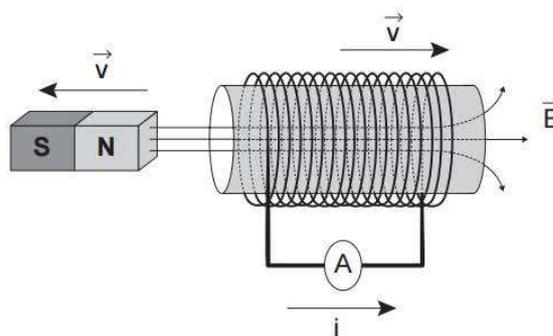
⁴⁶ Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/experimento-oersted.htm>

Figura 78: O motor elétricoFonte⁴⁷:

Que consiste em um ímã mergulhado em um eletrólito e um fio condutor pendurado ligado por uma bateria conforme mostra a figura. Faraday verificou que ao ligar a bateria o fio começava a girar em torno do ímã. O professor deve fazer os estudantes lembrarem o vídeo e explicar o que acontece

O outro experimento que aparece no vídeo foi o que deu origem a chamada Lei de Faraday. Esse experimento está detalhado na figura 79.

Slide 6: O Experimento de Faraday: Variação do campo magnético gerando corrente elétrica.

Figura 79: Lei de FaradayFonte⁴⁸:

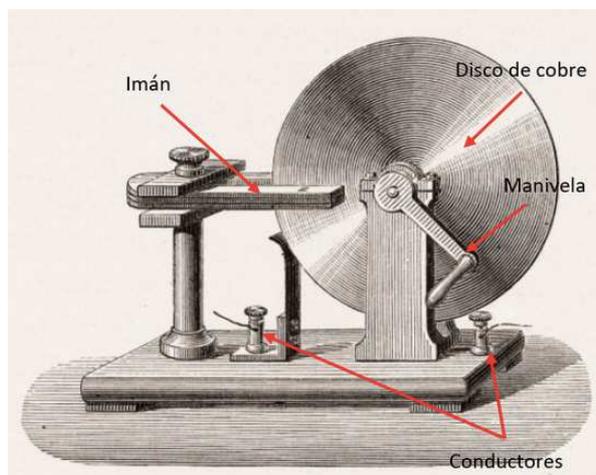
Slide 1.8: O Experimento de Faraday: Gerador de corrente elétrica.

O ultimo experimento foi o do gerador de Faraday que motivou a criação do telegrafo.

⁴⁷ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ebk-iXDnLI>

⁴⁸ Disponível em: <https://www.infoescola.com/fisica/lei-de-inducao-de-michael-faraday/exercicios/>

Figura 80: O disco de Faraday



Fonte⁴⁹:

Usando o mesmo princípio da indução o disco de Faraday é um gerador elétrico, transforma força magnética radial no disco em corrente elétrica.

ATENÇÃO!!!

É importante que o professor disponibilize todo o material aos alunos, para que os mesmos estudem em casa.

Atividades

- I) Atividade do Teatro:** Nesta atividade o professor deve pedir aos seus alunos que comecem a escrever suas histórias seguindo o modelo da figura 81.

⁴⁹ Disponível em: <http://cientistas-faraday-1d.blogspot.com/2010/03/faraday-e-eletricidade>

Figura 81: Roteiro para a confecção do texto teatral



Crie uma história, que vocês deverão interpretar ao final do bimestre, envolvendo as ondas eletromagnéticas e a Física envolvida.

Gênero da Peça Teatral								
Ficção Científica	Catástrofe	Comédia	Documentário	Espionagem	Policial	Guerra	Mistério	Aventura

Para começar a História								
Há muito tempo em uma galáxia distante ...	Tudo começou quando o céu ficou estranho então ...	Naquela bela tarde de sábado ...	Tesla X Marconi	A missão era roubar as plantas para a montagem de um rádio amador ...	Tudo começou quando, na academia de polícia o comissário recebe um telefonema ...	A missão era resgatar uns prisioneiros de guerra e descobrir os planos das tropas inimigas quando...	Tudo se passa na mansão do Dr. Thomas Edson quando, cientistas trabalhando no laboratório subterrâneo escutam uma explosão ...	Naquela manhã o caçador de antiguidades Henry Jackson teve a ideia de viajar para o ...

Fonte: Autoria Própria

II) Atividade de Vestibular: (Unirg-TO)

Disponível em: <<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/1b/Antenas.JPG/1200px-Antenas.JPG>>. Acesso em 26 out. 2019



O funcionamento de televisores, rádios e celulares se dá por meio da transmissão da informação a partir da antena do emissor até o aparelho do usuário. A propagação dessa informação ocorre sob a forma de ondas:

- a) eletromagnéticas, que são formadas pela oscilação de um campo elétrico e um magnético perpendicular entre si.
- b) sonoras, que transportam energia e entram em ressonância com os elétrons das antenas desses equipamentos.
- c) de pressão, que oscilam em movimento harmônico simples (MHS) com amplitude proporcional à frequência do sinal.
- d) gravitacionais, que são ondulações na curvatura espaço-tempo, previstas pela teoria da relatividade geral.

Resposta: Letra A

Televisores, rádio e telefones celulares funcionam por emissão e/ou recepção de ondas eletromagnéticas. Esse tipo de onda não precisa de um meio para propagar-se e é formado pelas oscilações de campos elétricos e magnéticos, que se propagam no espaço.

III) Atividade de Vestibular: (UEMG) “É que minha neta, Alice, de 15 meses, está vivendo essa fase e eu fico imaginando se ela guardará na memória a emoção que sente ao perceber pela primeira vez que uma chave serve para abrir a porta, ... que o controle remoto liga a televisão (...)”

VENTURA, 2012, p. 37.

O controle remoto utiliza a tecnologia do infravermelho.

Três candidatos ao vestibular da UEMG fizeram afirmações sobre essa tecnologia:

Candidato 1: a luz infravermelha é visível pelo olho humano, sendo um tipo de onda eletromagnética.

Candidato 2: no vácuo, a luz infravermelha tem uma velocidade menor que a da luz vermelha, embora sua frequência seja menor.

Candidato 3: o comprimento de onda da luz infravermelha é menor que o comprimento de onda da luz vermelha, embora a velocidade das duas seja a mesma.

Fizeram afirmações corretas:

- a) Todos os candidatos.
- b) Apenas os candidatos 1 e 2.
- c) Apenas o candidato 3.
- d) Nenhum dos candidatos.

Resposta: Letra D

Candidato 1: O erro cometido pelo candidato 1 está no fato de afirmar que as ondas de infravermelho podem ser vistas pelo olho humano. Esse tipo de radiação está fora do espectro visível.

Candidato 2: O erro está em assumir velocidades distintas para as ondas eletromagnéticas no vácuo, onde todas possuem o mesmo valor de velocidade, ou seja, 300 000 000 m/s.

Candidato 3: Na verdade, o comprimento de onda da radiação infravermelha é maior que o comprimento da luz vermelha.

IV) Atividade de fixação: Marque M para ondas do tipo mecânica e E para ondas do tipo eletromagnéticas.

- () Ondas do mar.
- () Ondas sonoras.
- () Ondas de radiofrequência.
- () Ondas nas cordas de um piano.
- () Bluetooth.
- () Raios X.
- () Ondas produzidas pelo aparelho de ultrassonografia.

a) M,M,M,E,M,E,M

b) M,M,E,M,E,E,M

c) M,M,M,M,E,E,E

d) E,E,E,E,E,E,E

e) E,E,E,M,M,M,M

Resposta: Letra B

Ondas do mar (M): propagam-se na água, por isso, são mecânicas.

Ondas sonoras (M): O som precisa de moléculas para propagar-se, por isso, é uma onda mecânica.

Ondas de radiofrequência (E): As ondas de rádio não precisam de meio de propagação, assim, são ondas do tipo eletromagnéticas.

Ondas nas cordas de um piano (M): Essas ondas propagam-se nas cordas do instrumento, por isso, são ondas mecânicas.

Bluetooth (E): A tecnologia do Bluetooth funciona por meio de ondas de rádio.

Raios X (E): São ondas eletromagnéticas produzidas a partir da colisão de elétrons com objetos metálicos.

Ondas produzidas pelo aparelho de ultrassonografia (M): São ondas sonoras de alta frequência, impossíveis de serem percebidas pelo aparelho auditivo humano.

V) Atividade de Fixação: Marque a alternativa que apresenta os nomes corretos dos conceitos descritos abaixo.

1) Tipo de onda que precisa de um meio de propagação.

2) Onda que se propaga em duas dimensões.

3) Onda que possui a direção de propagação perpendicular à vibração.

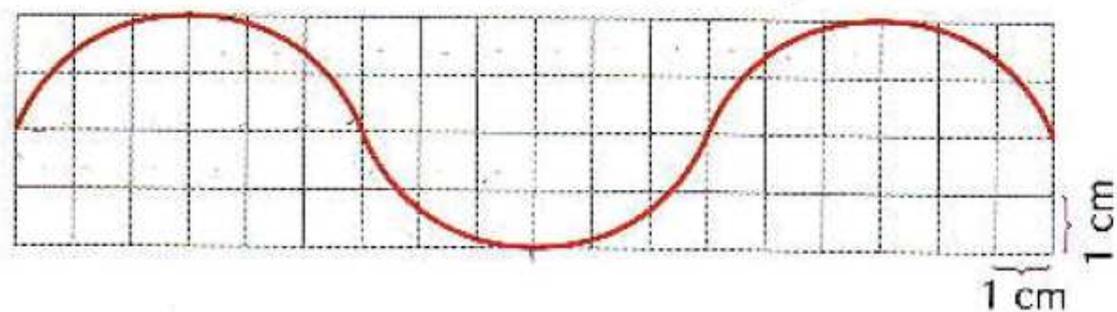
a) Ondas eletromagnéticas, ondas unidimensionais, ondas transversais.

- b) Ondas eletromagnéticas, ondas bidimensionais, ondas transversais.
- c) Ondas mecânicas, ondas bidimensionais, ondas longitudinais.
- d) Ondas eletromagnéticas, ondas tridimensionais, ondas longitudinais.
- e) Ondas mecânicas, ondas bidimensionais, ondas transversais.

Resposta: Letra E

- 1) As ondas **mecânicas** são as ondas que precisam de um meio de propagação.
- 2) As ondas **bidimensionais** são aquelas que se propagam em duas dimensões. Como exemplo pode citar as ondas que se propagam em um lago após a queda de algum objeto na água.
- 3) As ondas **transversais** possuem direção de propagação perpendicular à direção de vibração. Todas as ondas eletromagnéticas são transversais.

VI) Atividade de cálculo: A figura representa a forma de uma corda, num determinado instante, por onde se propaga uma onda. Sabendo que a velocidade dessa onda é 6 cm/s.



Determine:

- a) O comprimento de onda;
- b) A frequência.

VII) A componente elétrica de uma onda eletromagnética se propaga de acordo com a função:

$$E = 4 \operatorname{sen}(2\pi (2x - 6 \times 10^8 t))$$

onde o campo elétrico em V/m e o magnético em Tesla (T). Determine:

- A intensidade máxima do campo elétrico;
- O comprimento de onda;
- O período da onda;
- A velocidade de propagação;
- O Campo magnético máximo;
- A forma da onda magnética.

Solução:

A função de onda é dada por:

$$E = E_0 \operatorname{sen}\left(2\pi\left(\frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T}\right)\right)$$

Comparando com

$$E = 4 \operatorname{sen}(2\pi (2x - 6 \times 10^8 t))$$

Vemos que:

- $E_0 = 4 \text{ V/m}$;
- $1/\lambda = 2 \rightarrow \lambda = 0,5 \text{ m}$
- $1/T = 6 \times 10^8 \rightarrow T = \frac{5}{3} \times 10^{-7} \text{ s}$
- $v = \lambda f = 0,5 \times 6 \times 10^8 = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ que é a velocidade da luz
- $E = cB \rightarrow B = \frac{4}{3} \times 10^{-8} \text{ T}$
- $B = \frac{4}{3} \times 10^{-8} \operatorname{sen}(2\pi (2x - 6 \times 10^8 t))$

VIII) Atividade para casa: Deve-se pedir para o aluno assistir o vídeo que será trabalhado na próxima aula que é o vídeo sobre o espectro eletromagnético:

<https://www.infoescola.com/fisica/espectro-eletromagnetico/>

AULA 2

Aplicações das Ondas de Rádio e TV

Os objetivos desta aula estão elencados no quadro 24

Quadro 24: Assuntos que devem ser tratados na aula

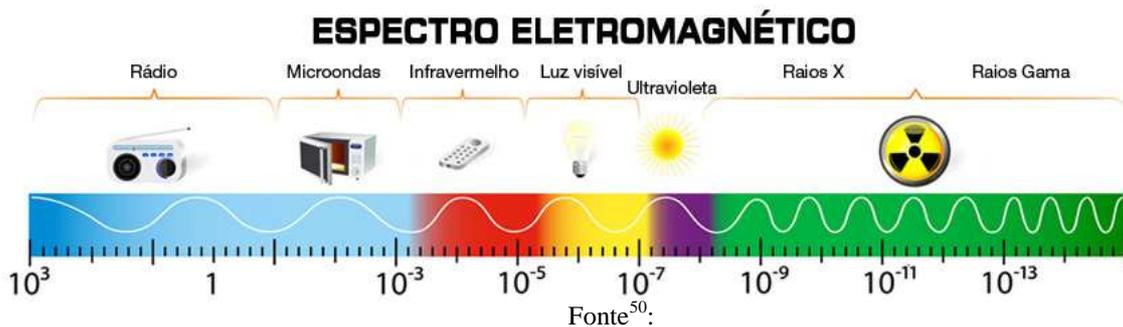
Objetivos da Aula 2	
I	Entender as diferentes aplicações das ondas eletromagnéticas e onde elas aparecem;
II	Relacionar os elementos de ondas discutidas na aula anterior (Aula 1);
III	Identificar frequência, período e comprimento de onda do espectro eletromagnético e suas aplicações;
IV	Detalhar as ondas de Rádio e suas características;
V	Introduzir o mecanismo das telecomunicações, e a diferença entre a transmissão via Amplitude Modulada (AM) e Frequência Modulada (FM) e suas propagações no espaço;
VI	
VII	Introduzir o campo magnético como elemento formador do microfone e conectar um elemento natural que é a magnetita;
VIII	Conectar com os elementos da estória teatral

Fonte: Autoria própria

1º Passo: Onda eletromagnética e onde elas estão presentes (Slide 1)

O link <https://www.youtube.com/watch?v=-C2erXakQIQ> mostra em detalhes cada uma das faixas das ondas eletromagnéticas e suas aplicações. Aqui o professor deve apresentar rapidamente a definição de espectro eletromagnético e citar rapidamente os exemplos da figura 82.

Figura 82: Espectro Eletromagnético



Vemos na figura 1 que cada comprimento de onda corresponde a uma determinada faixa. Podemos identificar neste espectro 7 categorias:

- Ondas de rádio; → Luz visível; → Raios Gama.
- Microondas; → Ultravioleta;
- Infravermelho; → Raio X;

Cada faixa das ondas eletromagnéticas tem características específicas. Nesta aula vamos nos concentrar nas ondas de rádio.

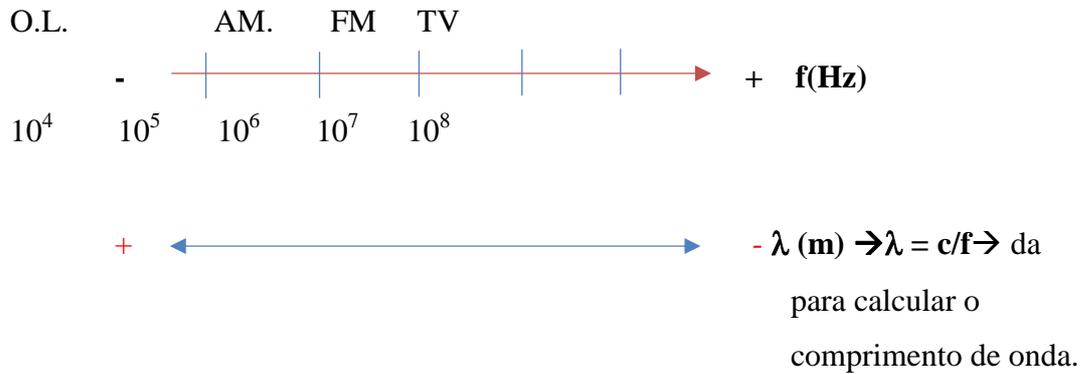
2º Passo: Ondas de Rádio (Slide 2)

Para o professor entender direitinho a física envolvida no rádio, assistir ao vídeo do youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=s9wLKWgIOsc>

⁵⁰ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=-C2erXakQIQ>

Neste slide o professor deve apresentar essa ideia que está transcrita neste material para auxiliar o professor na consulta.

A faixa de rádio está localizada na frequência



O.L. \rightarrow Ondas Longas (Usadas em transmissões submarinas e entre países são ondas de baixa frequência)

AM \rightarrow Amplitude Modulada

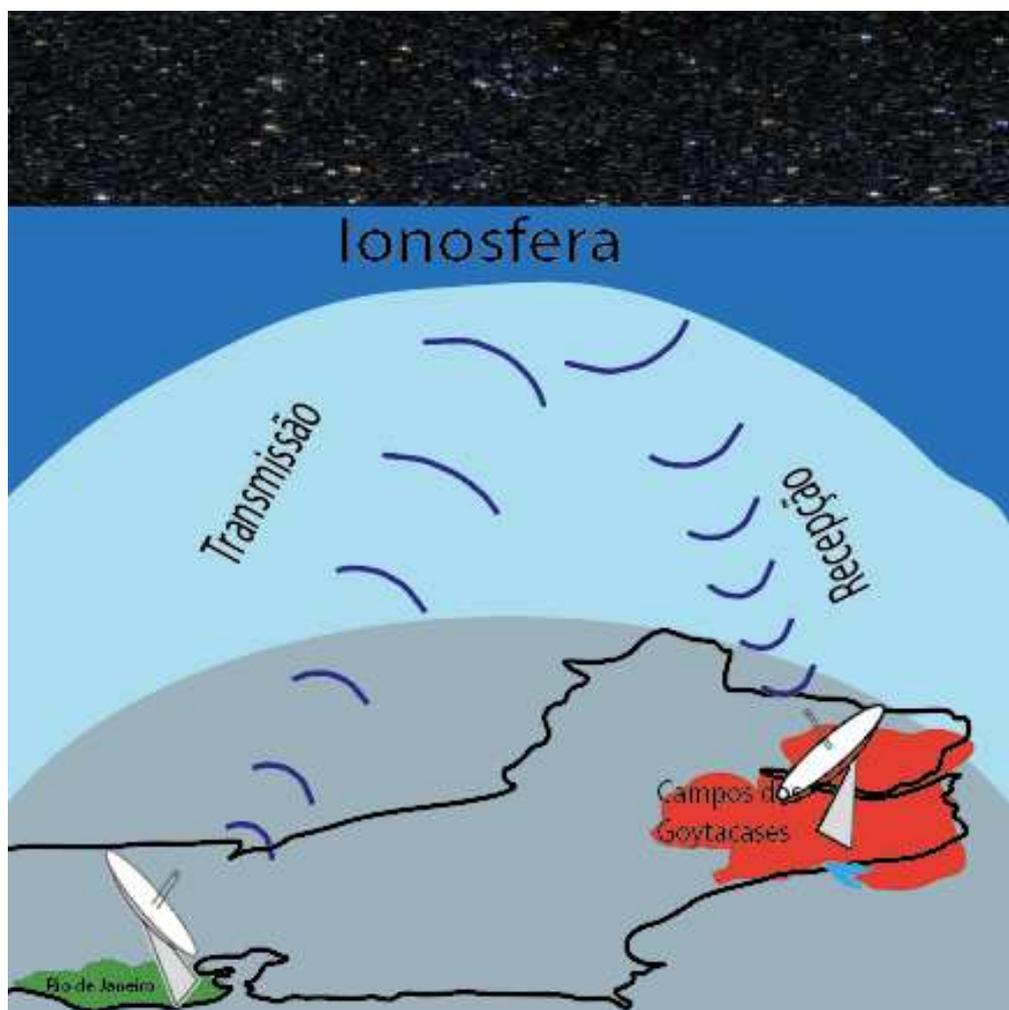
FM \rightarrow Frequência Modulada

VHF (Very High Frequency) \rightarrow 200 M Hz

TV \rightarrow { UHF (Ultra High Frequency) 500 - 900 M Hz

As ondas Longas podem até ser utilizadas para se comunicar com países, pois tem baixo poder de penetração na atmosfera.

Figura 83: Penetração das ondas AM entre o Rio e Campos



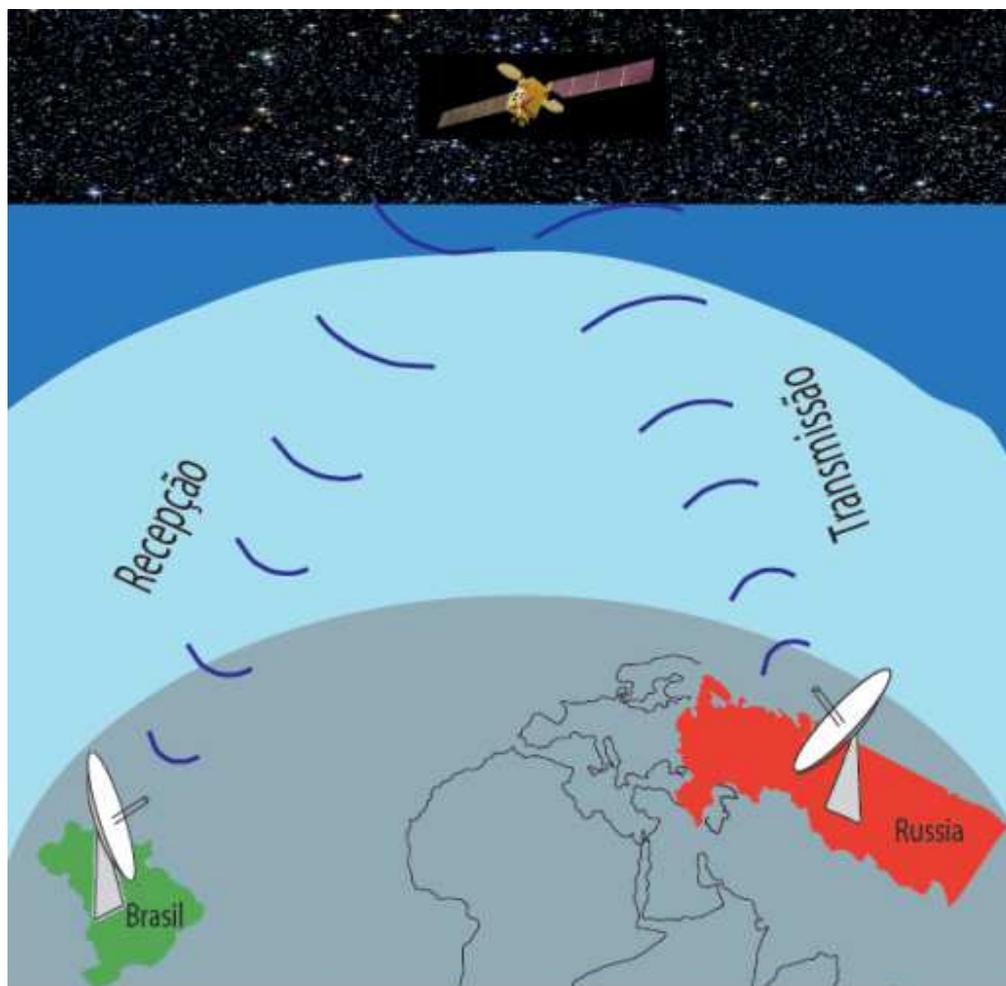
Fonte: O Autor

Por isso escutamos rádios na faixa do AM do Rio de Janeiro Capital.

Pois as ondas AM são barradas pela atmosfera. Elas também são boas para contornar objetos.

Já as ondas FM, para triangular, precisaram de um satélite, pois elas são penetrantes, pois tem alta frequência, quanto maior a frequência mais vai atravessar a atmosfera.

Figura 84: Penetração das ondas FM



Fonte: O Autor

Se não tiver um satélite para elas refletirem elas vai para o Universo, levando com elas as informações, neste caso de frequência modulada, e como e onda eletromagnética, não se perde no Universo.

3º Passo: Debate em cima do vídeo (Slide 3)

Aqui o professor deve propor alguns exercícios simples de fixação do conteúdo ligado as ondas de rádio e TV, com aplicação no teatro.

Neste trabalho utilizou-se o início do filme Contato:

Figura 85: Início do filme “Contato”



Fonte⁵¹:

Neste trecho do filme, mostra a filmadora se afastando da Terra para simular que em cada ponto do Universo, numa distância específica da Terra, uma pessoa que estivesse ali ouviria uma determinada época do passado da Terra.

Então, à medida que vamos afastando da Terra, ouvimos as transmissões do passado da Terra.

Para quem assistiu ao filme, podemos interpretar o porquê a luz volta para o olho da menina. Isso acontece, no filme, por que algum ser alienígena recebe o sinal e manda de volta. Então quando olhamos o céu também estamos vendo o passado.

O professor deve fazer algumas perguntas, visando fazer o aluno refletir sobre o vídeo.

A situação interpreta o que um alienígena que esteja situado a grandes distâncias da Terra ouviria em seu dispositivo de rádio. Podemos ouvir que a músicas e reportagens vindas da Terra, a medida que nos afastamos, são bem diferentes das que estamos ouvindo na nossa época atual. As questões são:

- 1) Por que nessa passagem estamos ouvindo som no espaço se não temos um meio para propagar o som? O som como vimos é uma onda longitudinal, precisa de um meio para propagar.

⁵¹ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=R2xps7RYZzM>

- 2) Como os astronautas se comunicam no espaço, fora da nave com roupas especiais?
- 3) Podemos ver a imagem se afastando da Terra. O que você está ouvindo à medida que vai se afastando? Consegue reconhecer alguma música?
- 4) Repare o que está acontecendo com as datas da transmissão de rádio, presentes no vídeo, em que ordem elas estão a medida que nos afastamos da Terra? Por que isso acontece?
- 5) Se tivéssemos parados na estrela Vega, localizada na constelação de Lira, a 25 anos luz de distância da terra o que veríamos primeiro, transmissões da copa do mundo de 1954 ou a de 1970? Compare com a questão 4.
- 6) Qual a velocidade que as ondas de rádio, que portam as músicas e a reportagem, viajam após sair da Terra?
- 7) Discuta a física envolvida. Existe alguma explicação em tudo que estudamos que nos ajude a entender esses fenômenos?

4º Passo: Atividade Teatral (Slide 4)

Nesse passo, aproveitando o final da aula os alunos devem retomar as suas estórias incluindo novas situações envolvendo o que foi estudado, conforme o modelo da figura 86.

Figura 86: Desenvolvimento do Texto Teatral



Desenvolvendo a História								

Física Envolvida por aula								

Fonte: Autoria Própria

5º Passo: Atividades Para casa (Slide 5)

Se quiséssemos mandar uma mensagem para seres extraterrestres, podemos calcular quanto tempo levaria para ouvir a mensagem.

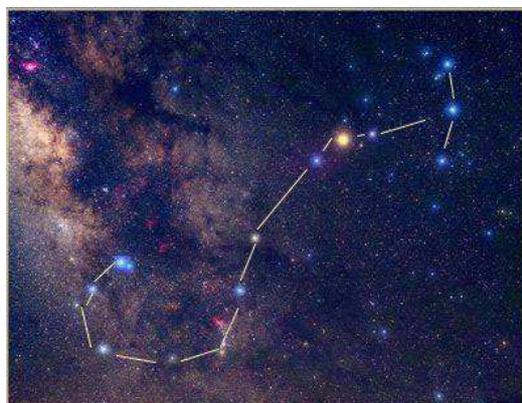
Figura 87: Propaganda do filme E.T.



Fonte⁵²:

Situação 1: Suponha que um ser alienígena esteja na constelação do escorpião.

Figura 88: Constelação do escorpião



Fonte⁵³:

Nessa constelação existe uma estrela chamada Antares, que na figura 87, é a estrela de forma avermelhada, que está a uma distância de 605 anos luz, ou seja, $5,724 \times 10^{15}$ km.

Conversor de unidades: <https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=+O+que+e+um+ano+luz>

⁵² Disponível em: <https://br.pinterest.com/pin/860891284998864184/?lp=true>

⁵³ Disponível em: <https://br.pinterest.com/pin/860891284998864184/?lp=true>

Um ano luz corresponde à distância percorrida pela luz, no vácuo, durante um ano, à velocidade de 300.000 km/s.

Em quanto tempo em anos uma mensagem que você envie da Terra chegaria a planetas que possam ter vida em torno de Antares?

Para visualizar a estrela Antares no universo é só utilizar um planisfério construído usando o link:

<http://www.if.ufrgs.br/~fatima/planisferio/celeste/planisferio.html>

Situação 2: A copa do mundo da Rússia foi transmitida na frequência de 850khz. Qual o tipo de onda relativa a essa frequência? Calcule o comprimento de onda? Explique qual o método de funcionamento, ou seja, por que conseguimos ouvir do Brasil?

Situação 3: Aproveitando o conteúdo dado nos gêneros escolhidos: Guerra, Ficção Científica, Documentário e Espionagem.

AULA 3

O Campo Magnético Terrestre

Quadro 25: Assuntos que devem ser tratados na aula

Objetivos da Aula 3	
I	Entender a natureza do campo magnético e sua interação com os materiais;
II	Perceber que uma bússola interage com o campo magnético, então é possível entender o campo magnético da terra;
III	Verificar que os ímãs têm uma força magnética, que é possível atrair ou repelir alguns tipos de materiais, como os ferrosos;
IV	Entender a lei de Faraday com o uso do microfone de indução;
V	Entender os elementos envolvidos no microfone de indução, lei de Faraday e Lenz, ímã, bobina, antena etc. Estudar os tipos de misturadores que existem, para AM e FM;
VI	Verificar o comportamento da corrente conforme aumenta o número de espiras, para um determinado campo magnético;

Fonte: Autoria Própria

1º Passo: As linhas de campo magnético (Slide 1)

O objetivo desta atividade é formalizar a nossa compreensão sobre os ímãs, para isso vamos fazer as seguintes tarefas.

- e) **Os pólos Magnéticos: de posse dos ímãs identifique os pólos magnéticos dos ímãs que foram dados para vocês.**



Vocês podem verificar que os ímãs que receberam são compostos por pequenas células, em forma de um disco com um buraco no meio. Esse ímã é composto de ferrite

Procedimento Experimental 1: Com essas unidades, monte dois ímãs, lineares, de mesmo tamanho. Descubra os pólos magnéticos desses ímãs, tentando atrair suas extremidades, achando qual é a extremidade repelente e qual é a atraente.

Escreva o seu procedimento. O que você fez para medir o efeito?

Procedimento Experimental 2: Com ajuda da bússola determine o norte e o sul do ímã. Como vocês fariam isso? Repare que o seu ímã interfere na bússola. Descreva toda a observação num papel.

2º Passo: Linhas de Força (Slide 2)

- f) Nesta parte do experimento, use a limalha de ferro para verificar as linhas de campo magnético dos ímãs.

Procedimento Experimental 1: O arranjo agora é colocar a limalha de ferro sobre uma folha de papel e colocá-la em cima de um ímã na configuração do exercício anterior. Descreva o que você vê, tire fotos e documente sua pesquisa. É possível visualizar as linhas do campo magnético? Você saberia dizer o porquê isso acontece?

Procedimento Experimental 2: Com outros arranjos dos ímãs, monte outros arranjos e determine as linhas de campo magnético usando o mesmo procedimento experimental do procedimento 1. Tire fotos do arranjo montado.

Procedimento Experimental 3: Determine as linhas de campo de atração e repulsão. Discuta o que você está vendo.

Procedimento Experimental 4: Com outros objetos que interagem com os ímãs, monte alguns brinquedos. Documente os artefatos criados.

3º Passo: A História da Bússola (Slide 3)

a) **Mostrar o comportamento de uma bússola.**

Procedimento Experimental 1: Coloque a bússola em vários pontos da sala e deixe repousar, descreva o que está acontecendo com os ponteiros da bússola? Discuta o porquê isso acontece? Escrevam num papel as suas impressões?

Procedimento Experimental 2: Aproxime o ímã da bússola e descreva o que você é capaz de observar. Descreva as impressões mais interessantes? Mude as posições do ímã virando os pólos, o que acontece com a bússola?

b) Agora a tarefa é estudar a bússola então, o professor deve passar o vídeo sobre a sua história

A história da Bússola:

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

4º Passo: O campo magnético da Terra (Slide 4)

Procedimento Experimental 1: Nesta apresentação o aluno deve refletir o porquê a bússola sempre aponta para o norte, e comparar com as propriedades dos ímãs.

Procedimento Experimental 2: colocando um dos ímãs próximo da bússola, o aluno deve verificar que o mesmo interfere no seu funcionamento. O aluno deve aproximar os pólos do ímã e perceber qual atrai e qual repele, e assim usar as propriedades dos ímãs para determinar, teoricamente qual a natureza da do Campo Magnético da Terra. Ao final dessa tarefa o aluno deve escrever sobre suas impressões.

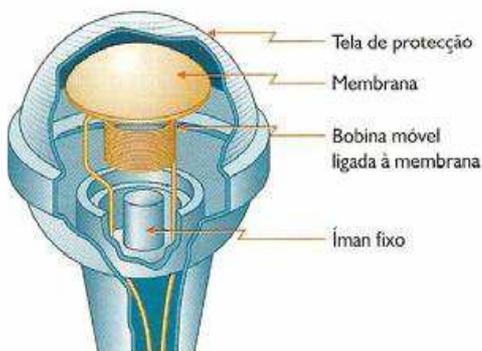
O professor então deve passar o vídeo, sobre o campo magnético da Terra:

<https://www.youtube.com/watch?v=9SyLGsBBdVE>

5º Passo: O microfone (Slide 5):

<https://www.youtube.com/watch?v=JUtYXzKx4Rk>

O microfone é um dispositivo que converte um sinal sonoro (energia mecânica) num sinal eléctrico (energia eléctrica) com a mesma informação. É constituída por um íman, uma bobina ou espira e uma membrana ou diafragma oscilante.



Microfone de indução

Quando o som atinge a membrana, esta entra em oscilação (vibração) devido às variações de pressão provocadas pela onda sonora. A bobina passa então a oscilar com a mesma frequência realizando um movimento de “vaivém” (aproxima-se e afasta – se do íman), provocando assim uma variação de fluxo magnético. Essa variação de fluxo magnético cria uma força eletromotriz dando origem a uma corrente eléctrica. Esta corrente é alternada e apresenta as mesmas características do som original.

Antena: Transforma a onda eléctrica modulada em um em uma onda eletromagnética que viaja com velocidade da luz no vácuo.



As antenas são dispositivos destinados a transmitir ou receber ondas de rádio. Quando ligadas a um transmissor (de rádio, TV, radar, etc.) convertem os sinais eléctricos em ondas eletromagnéticas. Quando ligadas a um receptor, captam essas ondas e as convertem em sinais eléctricos que são amplificados e decodificados pelo aparelho receptor (de rádio, televisão, radar, etc). <http://www.geocities.ws/redescefepi/feitos/antenas/antfuncionam.html>

Microfone

Amplificador

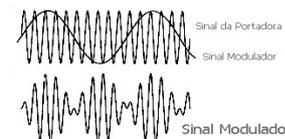
Misturador

Amplificador

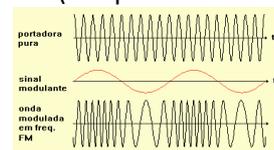
Antena

Misturador: E um dispositivo que modula a frequência, que pode ser feita de duas formas:

1) AM (Amplitude Modulada)



2) FM (Frequência Modulada)

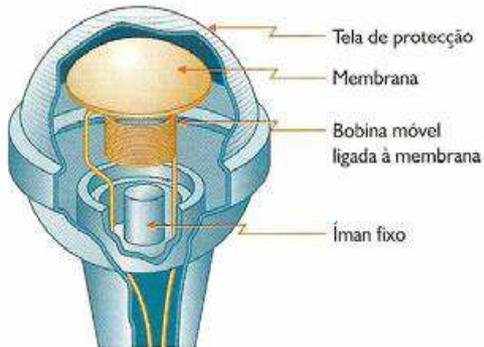


Neste dispositivo o sinal sonoro se transforma em um sinal eléctrico que também é uma onda

6º Passo: Alguns Cálculos (Slide 6)

EX1: Considere o microfone estudado na aula passada figura 89

Figura 89: Microfone de Indução



Microfone de indução

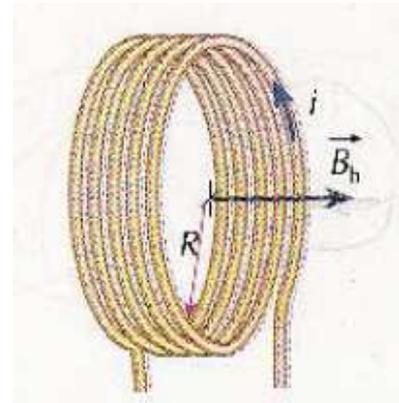
O campo magnético induz uma corrente na bobina em movimento devido a vibração feita pelo som na membrana, que faz a bobina oscilar (para cima e para baixo). Os vetores envolvidos são dados por:

Fonte⁵⁴:

onde i é a corrente induzida, R é o raio da espira, B_h é o campo magnético induzido e N é o número de espiras.

O campo magnético induzido neste caso é dado simplesmente por:

$$B_b = N \cdot \frac{\mu_0}{2} \cdot \frac{i}{R} \quad (1)$$



Considerando $N=5$ espiras, com $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$, onde T é a unidade Tesla, m em metros e A é a unidade Amperé. O raio da espira dado por $R=10\pi$, com um campo magnético de módulo $B = 2 \times 10^{-5} \text{ T}$, determine a corrente induzida na espira sabendo que a relação do campo magnético com a corrente é dada pela equação (1) e μ_0 é a permeabilidade magnética no vácuo.

⁵⁴ Disponível em: <https://perceberomundo.blogspot.pt/4233.html>

Figura 90: Roteiro do Teatro



Onde se passa a trama teatral								
Num planeta distante em um mundo futurista	Em uma cidade do interior	Num parque local com chachoeiras e florestas etc...	Estados Unidos, onde viveu	Em um castelo croata, onde um cientista mantinha seu laboratório	Na Nova York do século XIX	Num castelo da Alemanha durante a segunda guerra mundial	Na floresta ao redor do castelo	Em algum ponto da cidade do Cairo.

Descrevendo os Personagens								
Inventor	Investigador	Cientista	Mocinho e Mocinha	Millonário	Empregados	Soldados	Chefe da Missão	Espião

Fonte: Autoria Própria

Escreva o texto da sua história envolvendo os elementos da figura 90.

AULA 4

Tensão X Corrente

Quadro 26: Objetivos que devem ser alcançados na aula

Objetivos da Aula 4	
I	Verificar o comportamento da tensão com relação ao número de espiras;
II	Comparar a relação entre a corrente e a tensão;
III	Entender a diferença entre transmitir a corrente com alta tensão ou com alta corrente;
IV	Entender a história da ciência envolvida e as questões envolvidas na disputa Tesla x Edson;
V	Entender a física envolvida na bobina Tesla;
VI	Saber construir uma bobina Tesla e identificar os componentes eletrônicos envolvidos e suas funções;
VII	Entender a história da ciência envolvida.

Fonte: Autoria Própria

Nesta aula os alunos, em seus respectivos grupos, devem continuar fazendo os cálculos da corrente elétrica, considerando $N=5$ espiras, com $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{T} \cdot \text{m/A}$, com o raio da espira dado por $R=10\pi$, com um campo magnético de módulo $B=2 \times 10^{-5} \text{T}$. Sabendo que T é a unidade Tesla. Considerando $N=5$ espiras, com $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{Tm/A}$, usando a equação derivada da equação 3.1 dada por:

$$I = \frac{2RB}{N\mu}$$

Os alunos agora devem trabalhar com $N = 10$, mantendo todo resto constante. Neste caso, o professor deve deixar claro, com essa equação, que quanto maior o número de espiras menor a corrente. Nesse momento, o professor deve introduzir o segundo exercício.

Ex2. Calcule a tensão induzida sabendo que a potência do microfone é $Pot = 480W$, dada por:

$$Pot = U \cdot i$$

Neste caso é fácil verificar que, para uma potência fixa quando a corrente i diminui a tensão U aumenta dependendo do número de espiras, dado por:

$$U = \frac{N \cdot Pot \cdot \mu}{2 R B}$$

Desta forma, é fácil verificar que quanto maior o número de espiras maior a tensão.

Desta forma pode verificar que com o aumento do número de espiras a corrente diminui, mas a tensão aumenta. Essa é à base do experimento do Tesla da Bobina. Os alunos devem verificar isso numericamente e chegar a essa conclusão seja do ponto de vista numérico, seja do ponto de vista funcional. No problema 3 eles podem fazer esses cálculos.

Ex3: Calcule a corrente e a tensão se o microfone apresentasse um maior número de espiras $N=10$. Qual a conclusão que você chega? Quando aumentamos o número de espiras, a corrente aumenta ou diminui? E a tensão, aumenta ou diminui?

Após estas discussões o professor deve passar o vídeo do manual do mundo que fala sobre a construção de uma mini bobina Tesla, parecida com a do vídeo, que pode ser verificado no link

<https://www.youtube.com/watch?v=w2bZGKNwB4Y>

Nesse momento o professor deve relacionar o papel das espiras e saber calcularem a tensão gerada pela bobina. Deve haver também uma discussão sobre o porquê a lâmpada acende.

AULA 5

Os Cabos Submarinos

Quadro 27: Objetivos que devem ser alcançados na aula

Objetivos da Aula 5	
I	Entender os princípios básicos da propagação de pulsos de luz via cabo submarino de fibra ótica;
II	Entender o fenômeno da reflexão e refração;
III	Relacionar a propagação usando o fenômeno da reflexão total;
IV	Relatar a atividade experimental feita em sala de aula
V	Realizar algumas atividades envolvendo o cálculo da reflexão total e lei de Snell;
VI	Entender a história da ciência envolvida, relacionando a primeira transmissão pelos cabos submarinos com o evento de Marconi.

Fonte: Autoria Própria

Nesta aula o aluno deve assistir primeiramente ao vídeo, sobre os cabos submarinos:

<https://www.youtube.com/watch?v=k5rmchMHYq8>

Depois o professor deve introduzir os elementos da reflexão total da seguinte forma:

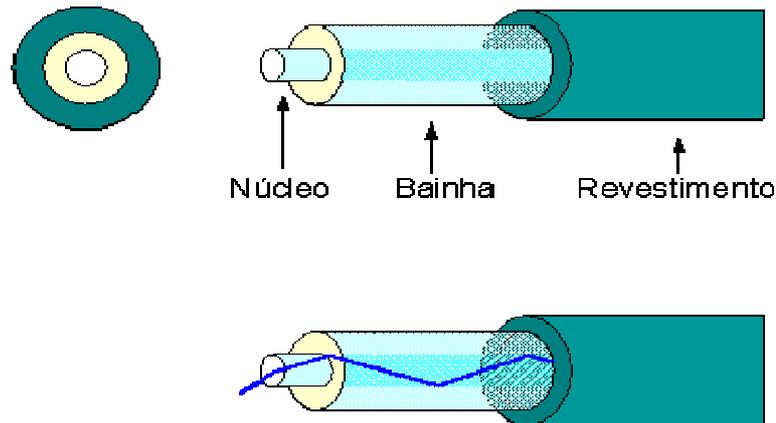
<https://www.youtube.com/watch?v=gqkSfAfy30>

Para comunicarmos a grandes distâncias, a tecnologia moderna utiliza as denominadas fibras óticas em lugar dos tradicionais cabos metálicos. As mensagens, hoje, são transmitidas por meio de impulsos luminosos, em vez de impulsos elétricos.

A transmissão de luz ao longo das fibras óticas é baseada no fenômeno da reflexão total. Cada fibra é basicamente constituída de dois tipos de vidros de índice de refração diferentes. A parte central da fibra, o núcleo, é feito de um vidro com índice de refração maior que o vidro da camada envolvente, a casca.

Após assistirem ao vídeo o professor deve fazer um experimento em sala de aula abordando a reflexão total da luz apresentado no vídeo do manual do mundo. São utilizados os seguintes materiais: vasilha com água, açúcar e lente.

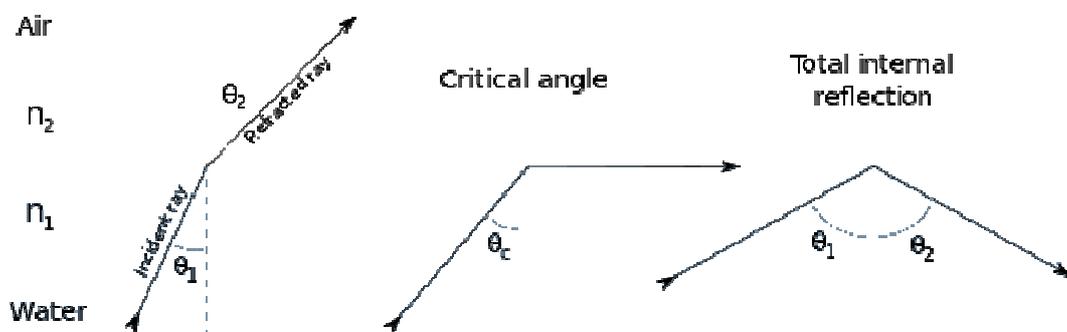
<https://www.youtube.com/watch?v=gqkSfAfy30>



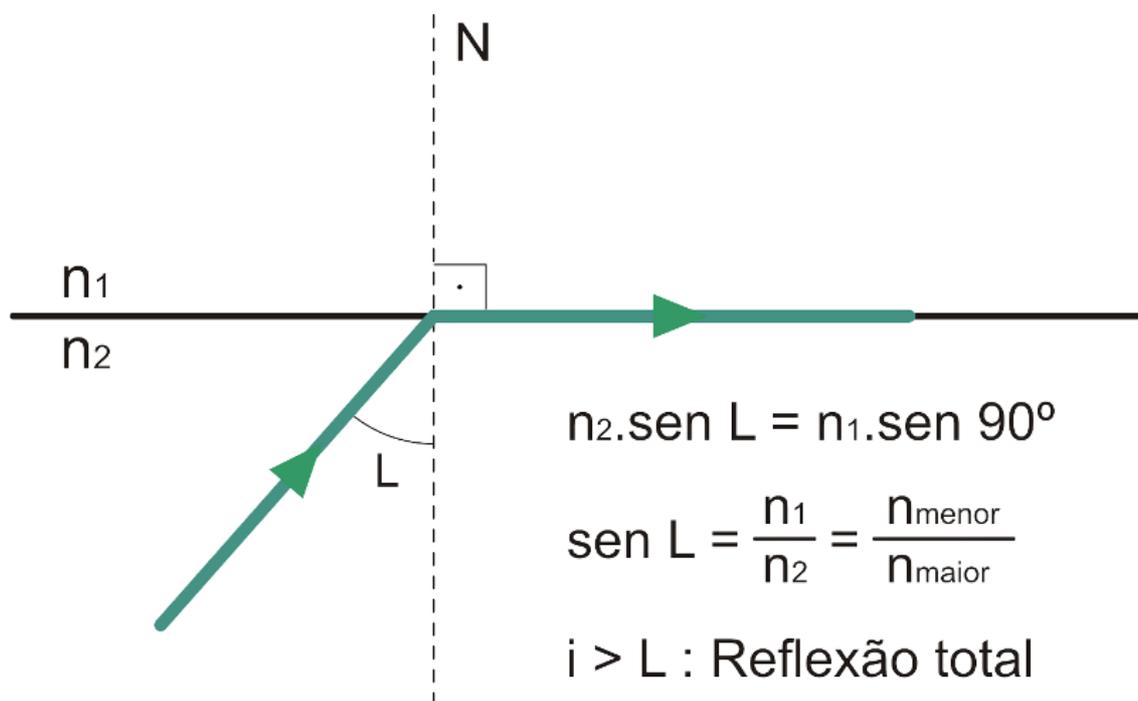
A Fibra Óptica transporta a luz no núcleo, cuja Índice de Refracção é superior à bainha

Podemos ver na figura que a luz se reflete sucessivamente ao longo da fibra. Um estreito feixe luminoso produzido por uma fonte laser propaga-se no vidro do núcleo e atinge a superfície de separação com o vidro da casca segundo um ângulo maior que o ângulo limite, ocorrendo assim a reflexão total.

Os tipos de raios de luz que podemos ter são:



Usando a lei de Snell $n_1 \sin(\theta_1) = n_2 \sin(\theta_2)$



O feixe refletido atinge novamente a superfície de separação com ângulo maior que o limite, e o fenômeno vão se repetindo até a luz emergir pela outra extremidade da fibra, com uma perda muito pequena de energia.

Cada fibra óptica é extremamente delgada podendo passar pelo buraco de uma agulha.



Ex1: O ângulo limite para uma luz monocromática que se propaga de um líquido para o ar vale 60° . Determine o índice de refração do líquido (dados: $n_{\text{ar}}=1$; $\text{sen } 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$).

Solução:

Chamando de $n_{\text{liq.}}$ o índice de refração do líquido e sendo $n_{\text{liq.}} > n_{\text{ar}}$, vem:

$$= \text{sen } L = \frac{n_{\text{menor}}}{n_{\text{maior}}} \Rightarrow \text{sen } L = \frac{n_{\text{ar}}}{n_{\text{liq.}}} \Rightarrow \text{sen } 60^\circ = \frac{1}{n_{\text{liq.}}} \Rightarrow \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{1}{n_{\text{liq.}}} \Rightarrow n_{\text{liq.}} = \frac{2}{\sqrt{3}} \Rightarrow \boxed{n_{\text{liq.}} = \frac{2\sqrt{3}}{3}}$$

Resposta: $\frac{2\sqrt{3}}{3}$

Ex2: Um raio de luz monocromática se propaga num meio de índice de refração igual a 2 e atinge a superfície que separa esse meio do ar segundo um ângulo de incidência i . Sendo o índice de refração do ar igual a 1 determine: a) O ângulo limite desse par de meios para a luz monocromática dada; b) para quais ângulos de incidência i ocorre reflexão total.

Solução:

a) De $\text{sen } L = \frac{n_{\text{menor}}}{n_{\text{maior}}}$, vem: $\text{sen } L = \frac{1}{2} \Rightarrow \boxed{L = 30^\circ}$

b) Para haver reflexão total devemos ter $i > L$, ou seja: $\boxed{i > 30^\circ}$

Respostas: a) $L = 30^\circ$; b) $i > 30^\circ$

Ex3: Marque V para verdadeiro e F para falso nas afirmações a seguir:

- () A capacidade de transporte de informações das fibras ópticas é a mesma que a dos cabos metálicos. Todavia, a fibra óptica é mais leve e flexível, o que a torna mais eficiente.
- () O índice de refração do núcleo da fibra deve ser maior que o índice da casca que a envolve.
- () As fibras ópticas funcionam por meio do princípio da reflexão total da luz.
- () A desvantagem das fibras ópticas é a interferência sofrida na presença de campos magnéticos.
- () As fibras ópticas ainda não são amplamente utilizadas no cotidiano das pessoas por causa de seu alto preço de fabricação.

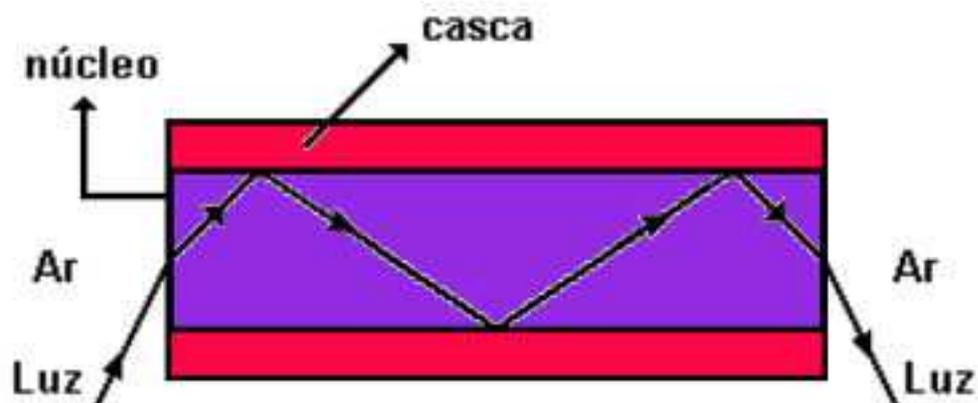
Ex4: O comprimento de onda para a luz monocromática verde que se propaga no ar é de 500 nm. Determine o seu comprimento de onda quando se propaga em uma fibra óptica com índice de refração igual a 2.

Dados: Velocidade da luz no vácuo: $c = 3 \times 10^8$ m/s; $1 \text{ nm} = 1 \times 10^{-9}$ m

- a) 250 nm
- b) 150 nm
- c) 200 nm
- d) 350 nm
- e) 500 nm

A partir da definição de índice de refração e da equação da velocidade da luz, podemos determinar o comprimento de onda da luz monocromática verde ao entrar na fibra. É importante lembrar que na refração não ocorre mudança da frequência das ondas. A partir da definição de índice de refração, temos:

Ex5: Uma fibra óptica é um tubo estreito e maciço, tendo basicamente um núcleo e uma casca constituídos de dois tipos de vidro (ou plástico) com índices de refração diferentes. A luz que penetra por uma extremidade da fibra, por meio do núcleo, sofre múltiplas reflexões totais na superfície lateral que separa o núcleo da casca até sair pela outra extremidade. A figura a seguir representa um raio de luz que penetra a fibra, proveniente do ar, emergindo na extremidade oposta.



Sendo n_A , n_N e n_C os índices de refração do ar, do núcleo e da casca, respectivamente, a relação correta é:

- a) $n_A > n_C > n_N$
- b) $n_A > n_C = n_N$
- c) $n_A < n_C < n_N$
- d) $n_A < n_C = n_N$
- e) $n_A = n_C = n_N$

(UEM-PR) A fibra óptica largamente utilizada em comunicações e na medicina é basicamente um tubo cilíndrico transparente que possui um núcleo com uma camada envolvente, com diferentes índices de refração e que permite a passagem da luz. A luz incidente em uma das extremidades da fibra se propaga pelo núcleo e emerge na outra extremidade.

Isso acontece por quê?

- a) O núcleo da fibra tem um índice de refração menor que o da camada envolvente.
- b) O feixe luminoso que se propaga no núcleo atinge a superfície de separação com a camada mais externa com um ângulo menor que o ângulo limite para reflexão interna total, permitindo que a luz se propague até a outra extremidade.
- c) A luz emerge do outro lado porque a fibra óptica é transparente.
- d) A velocidade da luz no núcleo é maior que na casca envolvente.
- e) Devido à diferença dos índices de refração do núcleo e da camada envolvente, a luz sofre reflexão interna total dentro do núcleo, permitindo que a luz se propague até a outra extremidade.

Se esses materiais fossem utilizados para produzir a casca e o núcleo de fibras ópticas, deveria compor o núcleo da fibra o meio:

- a) *A*, por ser o mais refringente,
- b) *B*, por ser o menos refringente.
- c) *A*, por permitir ângulos de incidência maiores.
- d) *B*, porque nele a luz sofre maior desvio.
- e) *A* ou *B*, indiferentemente, porque nas fibras ópticas não ocorre refração.

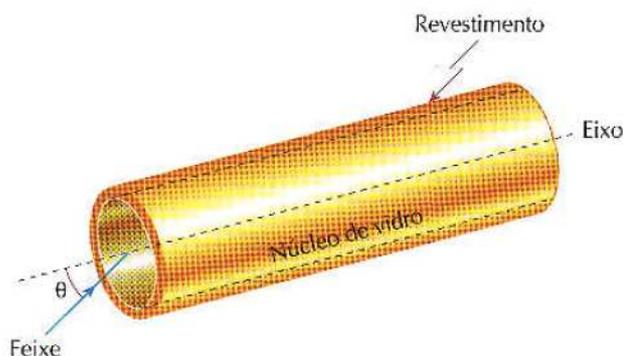
Dados:

Índice de refração do revestimento = 1,52

Índice de refração do vidro = 1,60

Índice de refração do ar = 1,00

Calcule o maior valor de θ que possibilita a propagação do feixe ao longo da fibra.



Atividade para casa: Foi pedido para as equipes realizarem o experimento e gravarem para ser apresentada a turma na aula seguinte.

AULA 6

Corrente Alternada

Quadro 28: Objetivos que devem ser alcançados na aula.

Objetivos da Aula 6	
I	Entender a história da ciência sobre a introdução da corrente alternada;
II	Compreender com mais detalhes o funcionamento da corrente alternada
III	Retomar o assunto da aula passada de como a bobina Tesla acende a lâmpada mesmo ela não estando ligada a nada;
IV	Introduzir a corrente alternada matematicamente confrontando com a animação apresentada;
V	Realizar algumas atividades envolvendo o cálculo da corrente alternada
VI	Comparar a corrente alternada com a corrente contínua.

Fonte: Autoria Própria

1º Passo: Apresentação do Vídeo a viagem na eletricidade – A corrente alternada (Vídeo)

Primeiramente o professor deve passar o vídeo que pode ser acessado no link:

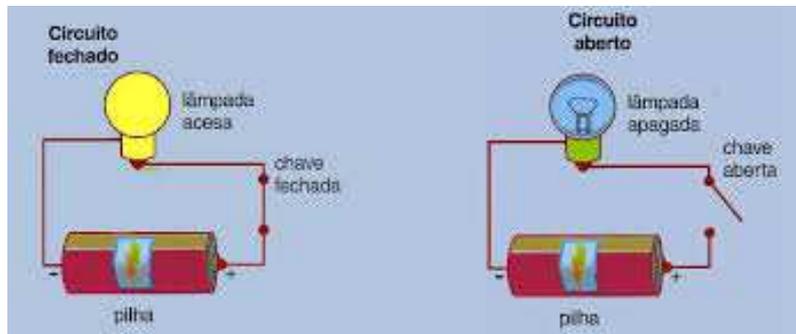
<https://www.youtube.com/watch?v=fxNfgGyPLe0>

Nesse vídeo o problema da corrente Alternada x Contínua e novamente abordado. Primeiramente essa controvérsia foi exaustivamente introduzida nas aulas anteriores. Neste vídeo, os fatos são tratados com mais detalhes, do ponto de vista da física, usando uma abordagem mais fundamental e lúdica.

2º Passo: Revisão de corrente contínua (Slide 2)

→ **Corrente Contínua:** Liberada por uma pilha foi o que vimos nas aulas passadas

Figura 91: Circuito de corrente contínua.



A ddp (U) é dada por:

$$U = R i. \quad (1)$$

A tensão ou ddp é igual à resistência (R) multiplicado pela corrente.

A potência (Pot) é dada por:

$$Pot = V^2/R = i^2 R = U i. \quad (2)$$

Pode ser visto facilmente que a expressão (2) é compatível coma calculada anteriormente. A energia elétrica é dada por:

$$E = Pot \Delta t, \quad (3)$$

que é igual a potência multiplicado pela variação do tempo. A partir desta revisão o professor deve introduzir alguns cálculos para a recordação.

Ex 1: Um fio metálico é percorrido por uma corrente elétrica contínua e constante. Sabe-se que uma carga elétrica de 32 C atravessa uma seção transversal do fio em 4,0 s. Sendo a carga do elétron $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ que é a carga elétrica elementar Determine:

- A intensidade da corrente elétrica;
- O número de elétrons que atravessa uma seção do condutor no referido intervalo de tempo.

Solução:

a) Sendo $\Delta q = 32 \text{ C}$ e $\Delta t = 4,0 \text{ s}$, vem: $i = \frac{\Delta q}{\Delta t} \Rightarrow i = \frac{32}{4,0} \Rightarrow i = 8,0 \text{ A}$

b) Sendo n o número de elétrons e e a carga elétrica elementar, temos:

$$\Delta q = ne \Rightarrow n = \frac{\Delta q}{e} \Rightarrow n = \frac{32}{1,6 \cdot 10^{-19}} \Rightarrow n = 2,0 \cdot 10^{20} \text{ elétrons}$$

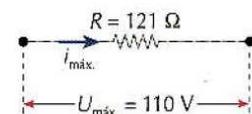
Resposta: a) 8,0 A; b) $2,0 \cdot 10^{20}$ elétrons

Ex2: Um resistor de resistência elétrica de 121Ω tem dissipação nominal 100W. Calcule: a) a máxima ddp à qual ele poderá ser ligado; b) a máxima corrente elétrica que poderá percorrê-lo.

Solução:

a) **Dissipação nominal** é a potência máxima que o resistor pode dissipar: $Pot_{\text{máx.}} = 100 \text{ W}$. Como conhecemos a $Pot_{\text{máx.}}$ e a resistência elétrica do resistor $R = 121 \Omega$, utilizemos a fórmula:

$$Pot_{\text{máx.}} = \frac{U_{\text{máx.}}^2}{R} \Rightarrow U_{\text{máx.}}^2 = Pot_{\text{máx.}} \cdot R \Rightarrow U_{\text{máx.}}^2 = 100 \cdot 121 \Rightarrow U_{\text{máx.}} = 110 \text{ V}$$



b) Pela lei de Ohm, temos: $i_{\text{máx.}} = \frac{U_{\text{máx.}}}{R} \Rightarrow i_{\text{máx.}} = \frac{110}{121} \Rightarrow i_{\text{máx.}} \approx 0,91 \text{ A}$

Resposta: a) 110 V; b) $\approx 0,91 \text{ A}$

Observação:

Nesse resistor deve ser gravada a especificação (100 W — 110 V).

Ex3: Um resistor de resistência elétrica $R = 20 \Omega$ é percorrido por uma corrente elétrica de intensidade 3,0 A. Determine: a) A potência elétrica consumida pelo resistor; b) a energia elétrica consumida no intervalo de tempo de 20 s

Solução:

a) Sendo dados $R = 20 \Omega$ e $i = 3,0 \text{ A}$, temos: $Pot = R \cdot i^2 \Rightarrow Pot = 20 \cdot (3,0)^2 \Rightarrow \boxed{Pot = 1,8 \cdot 10^2 \text{ W}}$

b) A energia elétrica consumida pelo resistor, no intervalo de tempo $\Delta t = 20 \text{ s}$, é dada por:

$$E_{el.} = Pot \cdot \Delta t \Rightarrow E_{el.} = 1,8 \cdot 10^2 \cdot 20 \Rightarrow \boxed{E_{el.} = 3,6 \cdot 10^3 \text{ J}}$$

Resposta: a) $1,8 \cdot 10^2 \text{ W}$; b) $3,6 \cdot 10^3 \text{ J}$

3º Passo: Corrente alternada (Slide 3)

A corrente alternada surgiu pela primeira vez, em 1832, quando o francês Hippolyte Pixii aplicou o princípio de indução eletromagnética de Michael Faraday. Nikola Tesla e outros cientistas, anos depois da invenção da corrente alternada, melhoraram enormemente o sistema de distribuição de corrente alternada e inovações que tornaram o seu uso prático. Nikola Tesla foi contratado por J. Westinghouse para construir uma linha de transmissão entre Niágara e Buffalo, em NY. Thomas Edison, que defendia e empregava a corrente contínua em seus experimentos, fez o possível para desacreditar Tesla, mas sem sucesso.

O sistema polifásico acabou por prevalecer, pelas vantagens inegáveis de custo, praticidade e eficiência em relação à corrente contínua. A corrente alternada pode ser entendida como:

$$\dot{i} = \dot{i}_{\max} \text{sen}(\omega t) \quad (4)$$

$$\omega = 2\pi/T = 2\pi f. \quad (5)$$

As equações (1), (2) e (3) continuam valendo, só que para corrente alternada, então a ddp chamada de força eletromotriz é dada por

$$V_{\text{alternada}} = \varepsilon = R i = R \dot{i}_{\max} \text{sen}(\omega t) = \varepsilon_{\max} \text{sen}(\omega t). \quad (6)$$

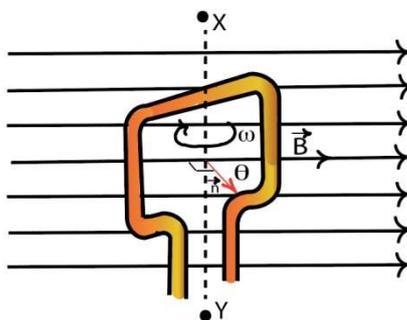
com $\varepsilon_{\max} = R \dot{i}_{\max}$.

A potência é dada por:

$$Pot = \varepsilon^2/R = i^2 R = (\dot{i}_{\max})^2 [\text{sen}(\omega t)]^2. \quad (7)$$

Problema Exemplo: Considere, em um campo magnético uniforme de indução \mathbf{B} , uma espira de área A que pode girar graças a um dispositivo mecânico qualquer, em torno do eixo XY , com uma velocidade angular ω constante:

Figura 92: Espira girando em um campo magnético uniforme, com velocidade angular constante.



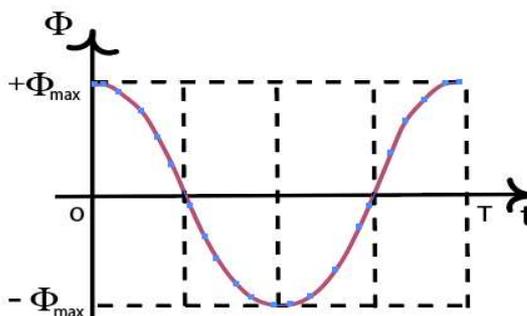
Seja θ o ângulo entre a normal \mathbf{n} ao plano da espira e o vetor \mathbf{B} . Admita que, no instante $t=0$, a espira perpendicular às linhas de indução. Nesse instante, $\theta = 0$ e o fluxo magnético é máximo, então nesse caso:

$$\Phi_{\max} = BA . \quad (8)$$

Em um instante t posterior, a espira gira de um ângulo $\theta = \omega t$, sendo que o fluxo magnético nesse instante valerá $\Phi = \Phi_{\max} \cos \theta$, podendo ser escrito na forma:

$$\Phi = \Phi_{\max} \cdot \cos \omega t \quad (9)$$

Figura 93: Gráfico da variação de Φ com o tempo em um período T .



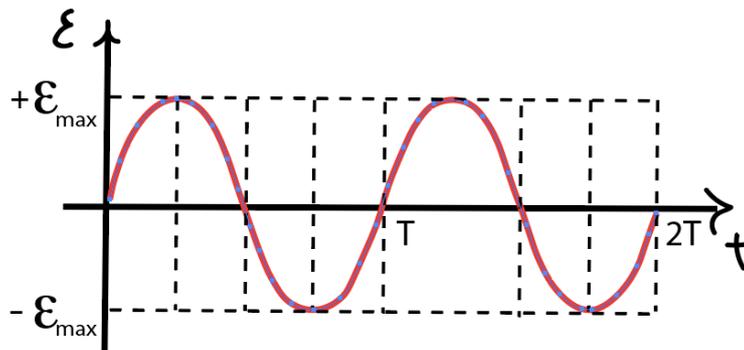
No gráfico da figura 2, representamos a variação do fluxo magnético Φ com o tempo para um período T , lembrando que $\omega = 2\pi / T$.

A força eletromotriz, \mathcal{E} , induzida pela variação do fluxo magnético é dada por:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{\max} \text{sen } \omega t \quad (10)$$

Com $\mathcal{E}_{\max} = \omega \Phi_{\max}$ então a forma da força eletromotriz que também tem unidade de ddp, ou seja volts Símbolo (V), então o gráfico da força eletromotriz é:

Figura 94: Gráfico da força eletromotriz induzida nos terminais da espira, em função do tempo, para dois períodos.



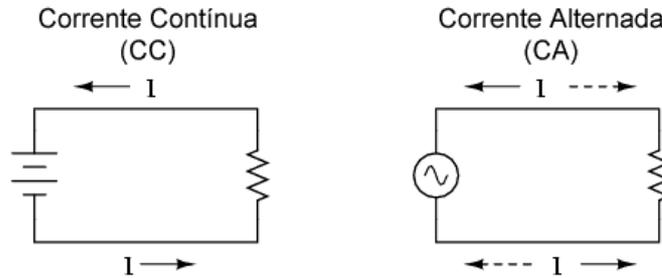
Ao ligar um resistor de resistência R aos terminais da espira da figura 1, pela lei de Ohm, temos:

$$i = (\mathcal{E}_{\max} / R \text{ sen } \omega t),$$

Essa é chamada de corrente alternada, que pode ser denominada eficaz, se dividirmos pela raiz quadrada de 2. Denomina-se valor eficaz da corrente alternada a intensidade i_{ef} de uma corrente contínua que em um intervalo de tempo igual ao período T da corrente alternada, dissipa igual quantidade de energia em um mesmo resistor. Desta forma:

$$i_{\text{ef}} = i_{\max} / \sqrt{2}.$$

A simbologia pode ser comparada com da corrente contínua da seguinte forma:

Figura 95: Circuitos de corrente contínua e alternada**4º Passo:** Exercícios (Slide 4)

Ex1: Agora podemos operacionalizar esses conceitos, imagine um resistor, de resistência elétrica $R = 20 \Omega$, submetido a uma fem alternada $\varepsilon = \varepsilon_{\max} \sin \omega t$, em que $\varepsilon_{\max} = 100 \text{ V}$ e $\omega = 2 \pi \cdot 60 \text{ rad/s}$. Calcule a potência média dissipada no resistor.

Solução:

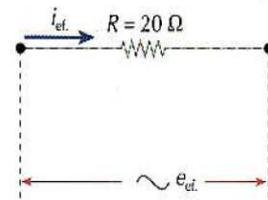
Sendo $e = e_{\max} \cdot \sin \omega t$, com $e_{\max} = 100 \text{ V}$, o valor eficaz da fem será: $e_{\text{ef}} = \frac{e_{\max}}{\sqrt{2}}$

No resistor $R = 20 \Omega$, a corrente eficaz será $i_{\text{ef}} = \frac{e_{\text{ef}}}{R}$ e a potência média vale:

$$Pot_m = e_{\text{ef}} \cdot i_{\text{ef}} \Rightarrow Pot_m = \frac{e_{\text{ef}} \cdot e_{\text{ef}}}{R} \Rightarrow Pot_m = \frac{e_{\text{ef}}^2}{R}$$

Assim:

$$Pot_m = \frac{\left(\frac{e_{\max}}{\sqrt{2}}\right)^2}{R} \Rightarrow Pot_m = \frac{e_{\max}^2}{2R} \Rightarrow Pot_m = \frac{(100)^2}{2 \cdot 20} \Rightarrow \boxed{Pot_m = 250 \text{ W}}$$



Resposta: 250 W

Ex2: Um resistor $R = 50 \Omega$, percorrido por uma corrente alternada senoidal, de frequência 60 Hz, dissipa a potência média de 800 W. Determine como varia em função do tempo a fem, alternada aplicada no resistor.

Solução:

A fem instantânea aplicada ao resistor será dada por uma função do tipo:

$$e = e_{\text{máx}} \cdot \text{sen } \omega t \quad \textcircled{1}$$

Como a frequência é 60 Hz, tem-se que:

$$\omega = 2\pi f \Rightarrow \omega = 2\pi \cdot 60 \Rightarrow \omega = 120\pi \text{ rad/s} \quad \textcircled{2}$$

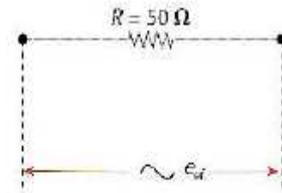
Por outro lado, a potência média no resistor é dada por:

$$Pot_m = \frac{e_{\text{ef}}^2}{R} \Rightarrow e_{\text{ef}}^2 = Pot_m \cdot R \Rightarrow e_{\text{ef}} = \sqrt{Pot_m \cdot R} \Rightarrow e_{\text{ef}} = \sqrt{800 \cdot 50} \Rightarrow e_{\text{ef}} = 200 \text{ V}$$

$$\text{Sendo } e_{\text{máx}} = e_{\text{ef}} \cdot \sqrt{2}, \text{ temos: } e_{\text{máx}} = 200\sqrt{2} \text{ V} \quad \textcircled{3}$$

Substituindo os resultados de $\textcircled{2}$ e $\textcircled{3}$ em $\textcircled{1}$, vem: $e = 200\sqrt{2} \cdot \text{sen}(120\pi t)$ (em volts)

Resposta: $e = 200\sqrt{2} \cdot \text{sen}(120\pi t)$, em volts

**5º Passo:** Atividades ligadas ao Teatro (Slide 5)

Nesse passo, a ideia é introduzir atividade da física ligada ao teatro, para isso foi sugerido um problema desafio, para ser feito em aula.

Problema Desafio 1: A tarefa ligada ao teatro agora é usar tudo que vocês aprenderam de física, até agora, na história da peça teatral de vocês. No roteiro teatral da figura propomos algumas sugestões. Elaborem um texto contendo 20 linhas com o desenvolvimento da história, vocês podem consultar o professor, livros, etc. Consulte seu professor, atividade para fazer na biblioteca.

Figura 96: Sugestões para a Criação do Texto Teatral

O objetivo da história								
Manter a paz numa Galáxia. Podem ter armas a lazer, naves espaciais, etc	Salvar você e seus amigo de perigos catastróficos como exemplo a: explosão de uma usina nuclear, etc	Causar muitos risos. Criar situações engraçadas	Relatar os fatos, através de debates exposições e narrativas	Roubar os planos de construção de algum dispositivo maluco	Investigação de quem roubou os planos do Tesla. Nesse tem que ter pistas.	Vários desafios têm que ser realizados ate a equipe resgatar os prisioneiros	Os personagens têm que passar por vários desafios ou armadilhas que causem suspense nas pessoas	Envolve métodos científicos, para encontrar artefatos e fugir de armadilhas tem que passar por lugares exóticos.

O próximo assunto a ser abordado é o de transmissão e recepção de ondas de rádio. Para isso ser realizado é fundamental que o professor prepare seus alunos para a próxima aula. Para isso o professor deve pedir a seus alunos que os mesmos assistam ao vídeo disponibilizado no link:

<https://www.youtube.com/watch?v=6o7IFC3RkXA>.

AULA 7

Transmissor e Receptor de ondas eletromagnéticas

Quadro 29: Objetivos que devem ser alcançados na aula

Objetivos da Aula 7	
I	Entender como funciona um transmissor de ondas eletromagnéticas;
II	Compreender com mais detalhes a função de cada componente eletrônico usado no transmissor;
III	Entender a física envolvida no transmissor;
IV	Identificar a possibilidade de montar um dispositivo de transmissão;
V	Aprender a identificar os componentes eletrônicos e procedimentos envolvidos no processo;
VI	Comparar o processo desenvolvido para o transmissor e aplicar no receptor;
VII	Identificar os componentes de entrada e saída dos dois sistemas.

Fonte: Autoria Própria

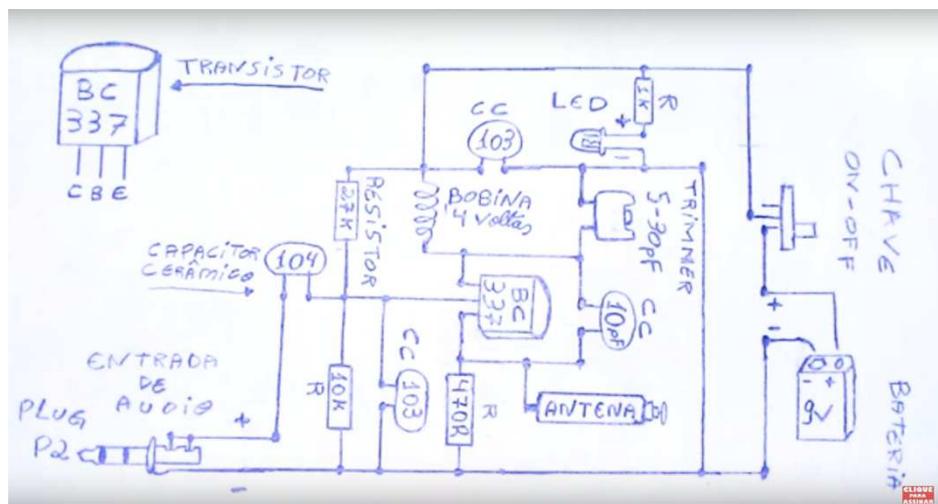
1º Passo: Assistir o vídeo que mostra como construir um transmissor (Slide 1)

A aula começa com a seguinte questão:

As ondas de rádio são um tipo de onda eletromagnética. Como podemos visualizar uma onda eletromagnética e como usá-la para transmitir informações de áudio e vídeo?

O objetivo desta aula é aprender como se constrói uma Emissora de rádio. Para servir como guias vão utilizar um vídeo do canal do You Tube onde o apresentador usa o celular, como um repositório da programação, previamente criada por vocês que irão tocar na rádio, <https://www.youtube.com/watch?v=6o7IFC3RkXA>. O estudante deve entender o funcionamento de cada elemento e conectar com as leis físicas aprendidas nas aulas. Nessa aula veremos o transmissor de sinais. Esse transmissor conectado com o celular ou computador funciona como nossa mesa de mixagem, onde podemos criar programas incríveis.

Figura 97: Esquema do circuito completo do transmissor que irão construir



Fonte⁵⁵:

Na figura 98, podemos ver o projeto pronto, vamos entendê-lo?

Figura 98: Projeto de construção de uma emissora de rádio FM.



Fonte⁵⁶:

⁵⁵ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=6o7IFC3RkXA>

Com base na figura 98, vamos entender o que cada um desses dispositivos significa. No número 1 temos a nossa emissora de ondas de rádio FM. Essa emissora é o que vamos construir em aula. No número 2, temos o celular ou computador, não precisa de pacote de dados, pois a conexão entre o celular e a nossa emissora é feita via cabo P2. A função do celular ou computador, 2 é elaborar o conteúdo do seu programa de rádio. Como os dados são de som podemos usar outro programa que é gratuito, chamado Audacity. Nesse programa, você pode usar vários recursos e criar um *playlist* para ser transmitido pela sua emissora, 1.

2º Passo: Mostrar os componentes eletrônicos necessários (Slide 2)

A emissora será montada, utilizando os componentes da figura 99. Conforme procedimento experimental do vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=-CNEE-GCSQ>.

Figura 99: Resumo dos componentes necessários para o projeto.

Resistor 470 Ω 	Resistor 1K Ω 	Resistor 10 K Ω 	fio de 0,8 mm 
Resistor 27 K Ω 	Capacitor 10 n f 	Capacitor 10 p f 	Plug P2 
Capacitor 10 n f 	Transistor BC 337 	Trimmer: Capacitor Variável 	
Led 	Antena 	Bateria 9V 	Rádio FM 

Fonte⁵⁷:

⁵⁶ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=6o7IFC3RkXA>

⁵⁷ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=-CNEE-GCSQ>

Para entender o funcionamento deste transmissor, vamos aprender os circuitos que envolvem à corrente alternada em separado. O circuito completo pode ser visualizado na figura 4. Vamos estudar o circuito LC.

3º Passo: Roteiro do experimento (Slide 3)

Roteiro da Atividade Experimental

Questão I: Montar o circuito elétrico como mostra o vídeo <https://www.youtube.com/watch?v=6o7IFC3RkXA>, pausando para acompanhar a montagem, com ajuda do professor.

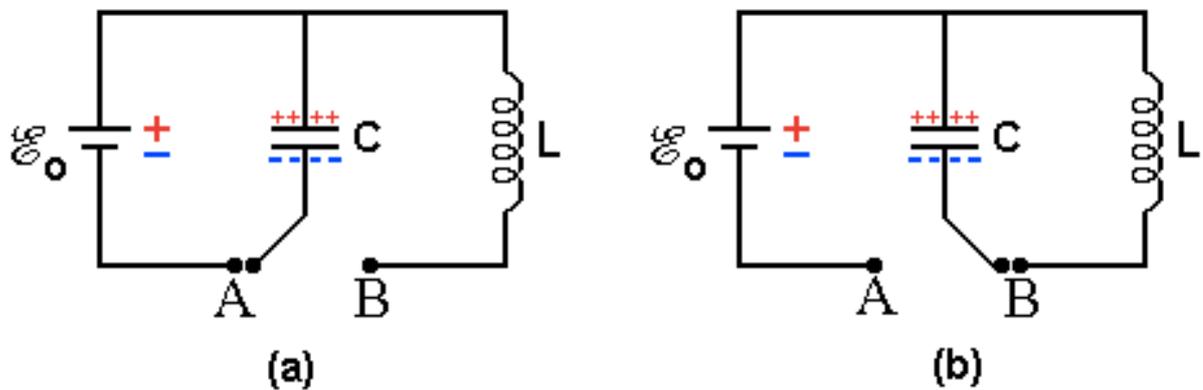
OBS: O circuito impresso, já vai estar preparado para os componentes.

Questão II: Após a montagem os alunos devem utilizar a *play list* já confeccionada por eles e ligar o *plug* do celular na sua emissora e selecionar a sua programação.

Questão III: Vocês já utilizaram à emissora e a programação, com o celular? Então a pergunta é para que serve o rádio?

Questão IV: A frequência de transmissão é devido ao circuito oscilador LC como da figura abaixo onde a carga oscilará entre a bobina e o capacitor várias vezes se desprezarmos a perda de energia.

Figura 100: Esquema do Circuito LC.



A figura 4 mostra um circuito do tipo LC. No circuito (a), colocamos a fonte em contato apenas com o capacitor para carregá-lo. Após o carregamento completo do capacitor, desligamos a chave do ponto A e ligamos no ponto B desconectando a fonte do circuito. Mesmo assim o capacitor permanece carregado.

Se considerarmos a impedância somente relacionado com o capacitor e a bobina obtêm a frequência de oscilação livre como:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Onde a indutância da bobina é dada por:

$$L = \pi\mu r^2 N^2 / l$$

Onde

N = Número de espiras;

l = Comprimento

r = Raio da espira

μ = Permeabilidade magnética do meio

Antes de sincronizar o rádio vamos fazer uma atividade que é determinar a frequência de transmissão de nossa emissora de rádio, usando as informações da figura 3, na teoria que acabamos de ver.

Questão V: Qual o processo físico que faz com que, sem nenhum fio, você consiga ouvir a play list selecionada no rádio?

Questão VI: Sua rádio é pirata? Isso não é crime? Se defenda.

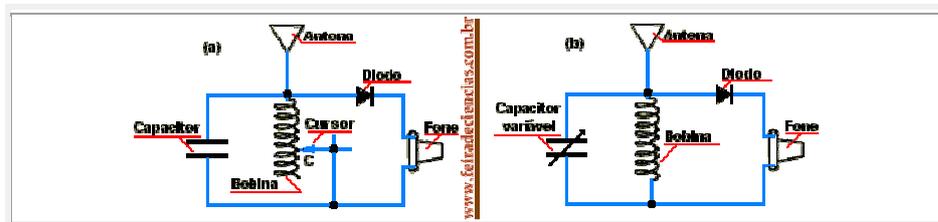
O objetivo agora é aprender como se constrói um rádio FM. Esse rádio pode ser usado em parceria com o transmissor feito na aula passada.

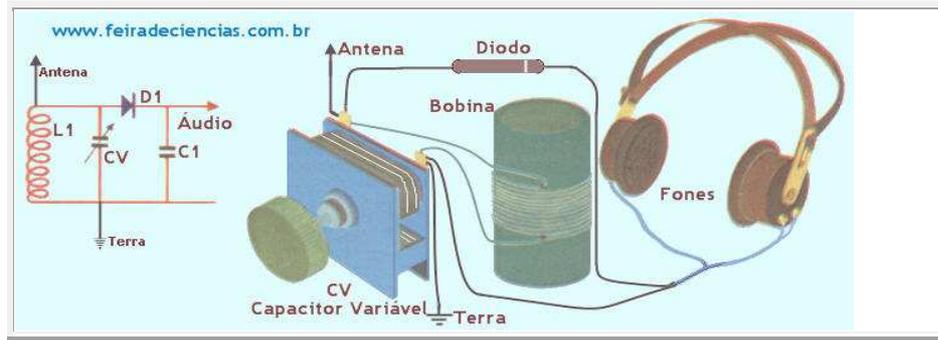
Para servir como guias vão utilizar um vídeo do canal do You Tube, <https://www.youtube.com/watch?v=Oi5ew46WBlk>.

O estudante deve entender o funcionamento de cada elemento e conectar com as leis físicas aprendidas nas aulas. Antes da montagem da rádio, vamos entender o receptor.

No receptor, para sintonizar as diferentes frequências (as diferentes estações), deveremos variar, ou a sua bobina (normalmente através de um cursor que altera o número de espiras), ou então, o seu capacitor (normalmente usando um capacitor variável). E isto porque, para cada par bobina-capacitor existe uma determinada frequência característica.

Figura 101: Esquema mostrando parte do circuito do receptor

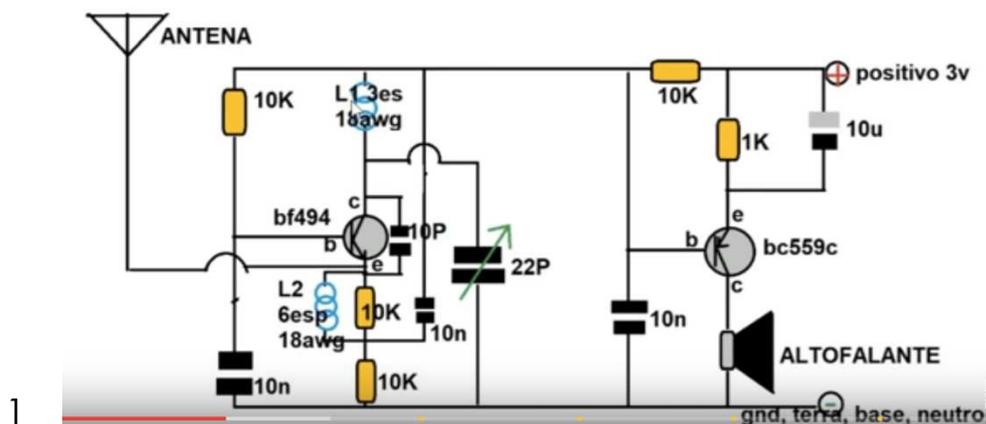




Fonte⁵⁸:

Na figura acima, em (a), sintonizamos as diferentes frequências, variando o número de espiras da bobina com o auxílio do cursor C e, em (b), usando um capacitor variável. Em nossa parte experimental, usaremos essas duas técnicas.

Figura 102: Esquema do circuito de um rádio FM



Fonte⁵⁹:

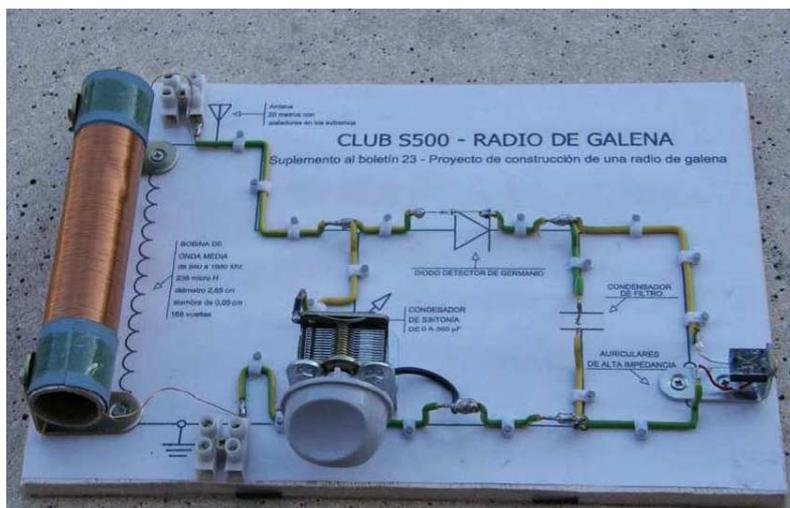
4º Passo: Visualização da montagem do radio AM (Slide 3)

O objetivo desta aula é usar tudo que aprendeu anteriormente para entender a composição do rádio.

Figura 103: Esquema de uma rádio de galena

⁵⁸ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Oi5ew46WBlk>

⁵⁹ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Oi5ew46WBlk>



Fonte⁶⁰:

Os elementos do rádio são todos descritos aqui com a função e a utilidade de cada elemento.

Atividade da Aula

1) Após assistir o primeiro vídeo e analisar o circuito apresentado na figura 2, responda:

a) Quais as mudanças introduzidas no dispositivo da antena, para mudar a função de transmissora para receptora de ondas de rádio?

b) Repare que o transistor está presente nos dois circuitos, mas no dispositivo de rádio tem dois transistores. Por quê?

⁶⁰ Disponível em: http://www.youtube.com/watch?v=Ax5u_jCwCro

c) Qual a função do transistor?

d) Qual o tipo ou tipos de corrente envolvidas nos circuito?

e) Sobre o capacitor variável, ou trimmer, qual é a sua função?

f) Podemos identificar dois tipos de circuitos os RC e o LC, escreva sobre a física envolvida nos dois.

2) Depois de assistir o vídeo sobre o radio de galena, figura 3, responda:

a) Qual a diferença entre o radio de Galena e os demais?

b) O que é a galena e qual a sua função?

5º Passo: Atividade Ligada ao teatro (Slide 5)

Nesta atividade, o objetivo é incluir mais desafios em sua história usando os conceitos aprendidos nas aulas, relativo à construção do rádio.

Problema Desafio7: Em um determinado momento de suas histórias vocês devem se separar e mandar mensagens entre vocês ou outros grupos, para isso vocês precisam montar um rádio amador para enviar e receber mensagens. O equipamento necessário para este fim está em um castelo da Escócia, onde um discípulo do Tesla mantém seu laboratório.

a) Descreva o que é um rádio amador e qual a diferença com o rádio usual.

b) Descreva nas linhas abaixo os ingredientes que vocês vão usar para isso.

c) Faça o esquema do circuito explicando o comportamento de cada elemento.

d) Imagine agora os obstáculos que vocês podem ter que passar para adquirir os equipamentos.

e) Crie soluções para esses obstáculos e explique nas linhas abaixo.

Problema Desafio: Para casa, vocês devem montar uma programação de rádio, para ser exibida pela emissora de ondas de rádio que aprenderam a confeccionar, para incluir na peça teatral.

AULA 8

Finalização do Teatro

Terminando a peça teatral, que vocês deverão interpretar ao final do bimestre, envolvendo as ondas eletromagnéticas e a Física envolvida.

Onde se passa a trama teatral								
Num planeta distante em um mundo futurista	Em uma cidade do interior	Num parque local com cachoeiras e florestas etc...	Estados Unidos, onde viveu	Em um castelo croata, onde um cientista mantinha seu laboratório	Na Nova York do século XIX	Num castelo da Alemanha durante a segunda guerra mundial	Na floresta ao redor do castelo	Em algum ponto da cidade do Cairo.

Gênero da Peça Teatral								
Ficção Científica	Catástrofe	Comédia	Documentário	Espionagem	Policial	Guerra	Mistério	Aventura

Para começar a História								
Há muito tempo em uma galáxia distante ...	Tudo começou quando o céu ficou estranho então ...	Naquela bela tarde de sábado ...	Tesla X Marconi	A missão era roubar as plantas para a montagem de um rádio amador ...	Tudo começou quando, na academia de polícia o comissário recebe um telefonema ...	A missão era resgatar uns prisioneiros de guerra e descobrir os planos das tropas inimigas quando...	Tudo se passa na mansão do Dr. Thomas Edson quando, cientistas trabalhando no laboratório subterrâneo escutam uma explosão ...	Naquela manhã o caçador de antiguidades Henry Jackson teve a ideia de viajar para o ...

Descrevendo os Personagens								
Inventor	Investigador	Cientista	Mocinho e Mocinha	Milionário	Empregados	Soldados	Chefe da Missão	Espião

Assista filmes e se motive		
Gêneros	Sugestões Filmes	Descreva o que achou interessante e o que acha que pode usar em sua história
Ficção Científica	Contato	
Catástrofe	O Dia que a Terra Parou	
Comédia	Loucademia de Policia	
Documentário	Tesla	
Espionagem	Espião por Engano	
Policial	Deja Vu Denzel Washington	
Guerra	Jogos de Guerra	
Mistério	O Mistério do Triangulo das Bermudas	
Aventura	Jumange	

Desenvolvendo a história								
Manter a paz numa Galáxia. Podem ter armas a lazer, naves espaciais, etc	Salvar você e seus amigos de perigos catastróficos, como exemplo a: explosão de uma usina nuclear, etc	Causar muitos risos. Criar situações engraçadas	Relatar os fatos, através de debates exposições e narrativas	Roubar os planos de construção de algum dispositivo maluco	Investigação de quem roubou os planos do Tesla. Nesse tem que ter pistas.	Vários desafios têm que ser realizados até a equipe resgatar os prisioneiros	Os personagens tem que passar por vários desafios ou armadilhas que causem suspense nas pessoas	Envolve métodos científicos, para encontrar artefatos e fugir de armadilhas. Tem que passar por lugares exóticos.

Elencar os desafios que sua história terá e detalhar nas linhas abaixo	
Desafio 1	
Desafio 2	
Desafio 3	
Desafio 4	

Desafio 5	
Desafio 6	
Desafio 7	

AULA 9

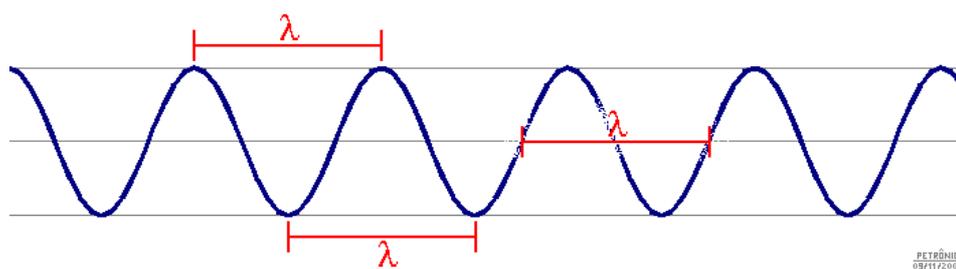
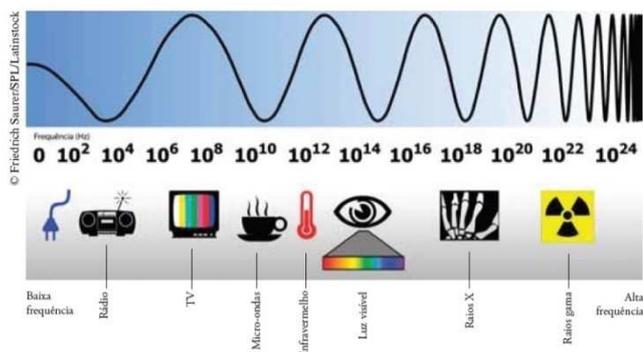
Avaliação Final de conteúdo

→ Questões e Algumas Soluções.

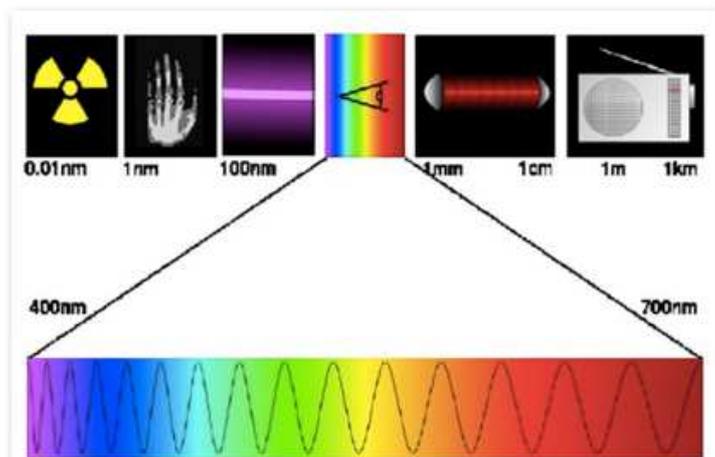
Quadro 30: Questionário Final

Questão 1: Relate sobre o que você entendeu sobre Ondas Eletromagnéticas. Aborde em sua explicação onde ela está inserida em sua vivência diária.

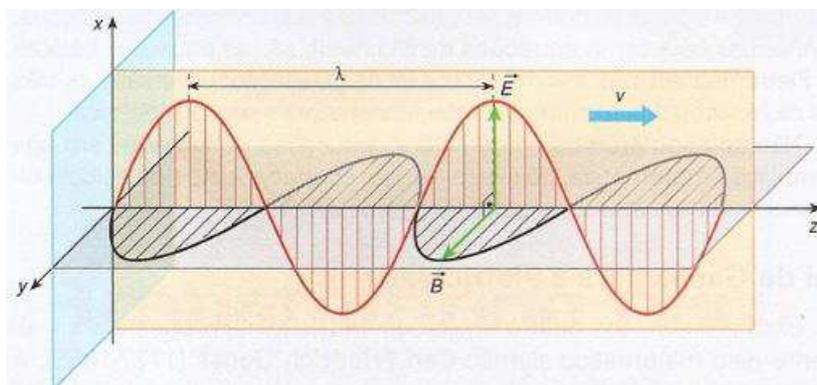
Questão 2: Explique que representa frequência, período, comprimento de onda e intensidade de energia.



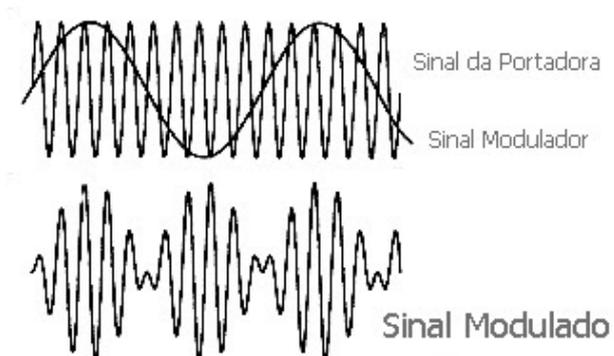
Questão 3: Coloque em ordem da onda com menor comprimento de onda para a de maior comprimento de onda.



Questão 4: Como a luz se propaga de uma estrela até nossos olhos na terra?

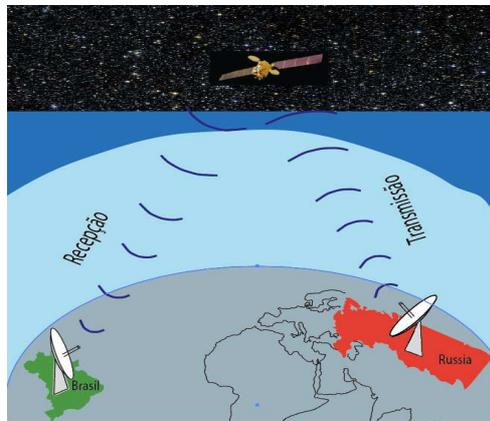


Questão 5: Explique sobre modulação das ondas a diferença entre eles.

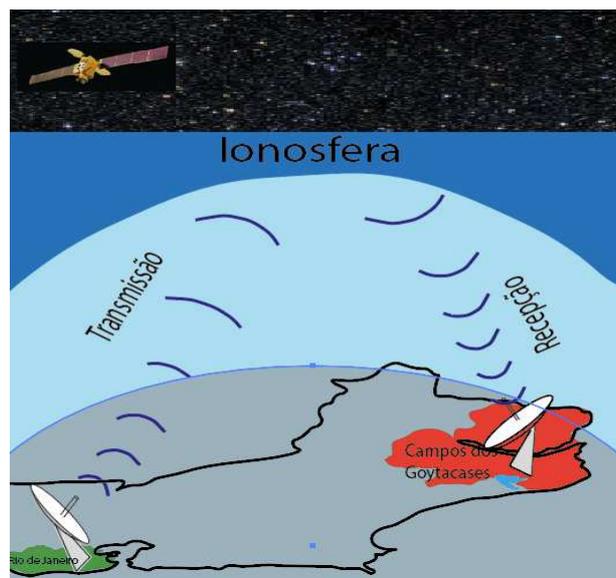


Questão 6: No Filme “O primeiro homem” que contou a história do primeiro homem que pousou na lua, Ney Armstrong se comunicava com a base de operações na Terra e entre eles. Represente como você imagina que aconteceu nesse momento. Como os astronautas se comunicam no espaço?

Questão 7: Explique de acordo com seu conhecimento como ocorre a passagem da informação através de ondas de rádio FM. Que são aquelas com frequências acima de 100 MHz.

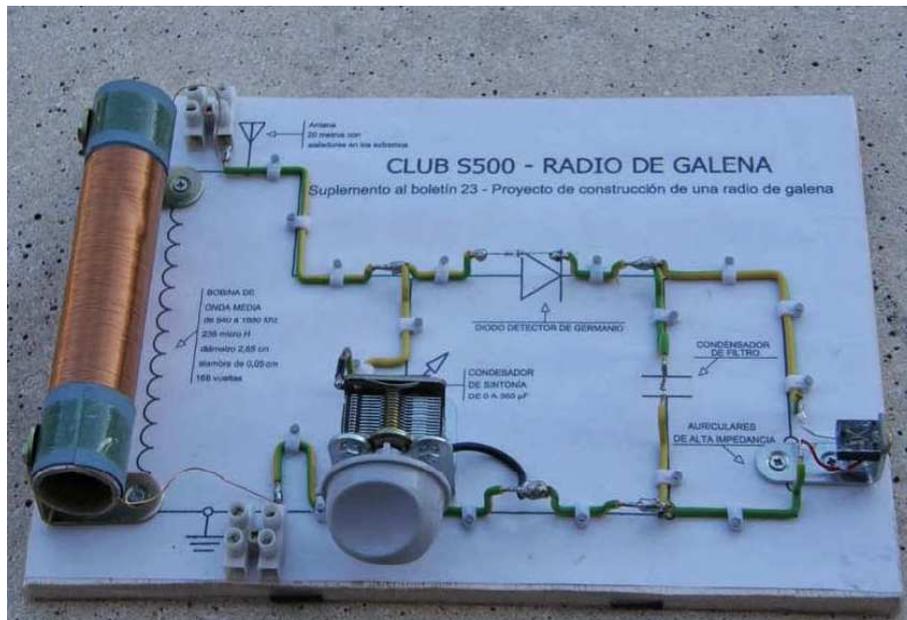


Questão 8: Agora explique sobre as ondas de rádio AM. Que são aquelas com frequência entre 10 kHz e 10 MHz.



Questão 9: Como as informações de áudio e imagem se propagam a longas distâncias via ondas de TV?

Questão 10: Na figura representa um rádio, escreva a função e a importância do elemento rádio para a vida das pessoas desde a sua descoberta até os dias de hoje.



Questão 11: Sobre o transmissor de ondas de rádio. Indique os elementos que compõem esse dispositivo, e procedimento de seu funcionamento.

Questão 12: De acordo sobre todo que foi estudado abordando toda a história do Rádio, quais os aspectos que mais chamou atenção e aprendizado que adquiriu durante toda essa nova experiência?

Bibliografia:

CRUZ, F. F. S. Faraday & Maxwell: Luz Sobre os Campos - Coleção Imortais da Ciência, Ed..ODYSSEUS, 2004.

MARTINS, J. B. A História da Eletricidade: Os Homens que Desenvolveram a Eletricidade, Ed. Ciência Moderna, 2007.

HEWITT, P. G., Física Conceitual, Ed. Bookman, 11^a edição, 2011.