



SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ONDAS ELETOMAGNÉTICAS

Produto Educacional

Valdilene Sonvez

Campo Mourão – PR

2019

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ - CAMPO MOURÃO
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

VALDILENE SONVEZ

SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

Produto Educacional

Produto Educacional apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Polo 32 MNPEF), campus Campo Mourão, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Michel Corci Batista

Coorientador: Prof^a. Dr^a. Fernanda Peres Ramos

Campo Mourão – PR

2019

TERMO DE LICENCIAMENTO

Esta Dissertação e o seu respectivo Produto Educacional estão licenciados sob uma Licença Creative Commons *atribuição uso não-comercial/compartilhamento sob a mesma licença 4.0 Brasil*. Para ver uma cópia desta licença, visite o endereço <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/> ou envie uma carta para Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, USA.



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Sonvez, Valdilene

Uma proposta de sequência didática para o ensino de ondas eletromagnéticas /
Valdilene Sonvez. – Campo Mourão, 2020.
1 arquivo eletrônico (50 f) : PDF ; 1,7 MB.

Modo de acesso: World Wide Web.
Inclui bibliografia: f. 50

1. Ondas eletromagnéticas. 2. Aprendizagem. 3. Ausubel, David Paul, 1918-. I. Batista, Michel Corci. II. Ramos, Fernanda Peres. III. Título.

CDD (22.ed.) 530.07

Biblioteca da UTFPR - Câmpus Campo Mourão

Bibliotecária/Documentalista:
Andréia Del Conte de Paiva – CRB-9/1525

1. INTRODUÇÃO

No processo ensino aprendizagem, o professor de Física tem encontrado inúmeras dificuldades para o ensino dos conhecimentos científico, considerando uma realidade em que nossos educandos estão inseridos, alguns no mundo tecnológico, enquanto na grande parte dos Colégios verificamos a quase ausência de materiais e laboratório, é nesse contexto que esse trabalho se insere.

O exposto trabalho apresentado na forma de sequência didática é um material de apoio que tem como objetivo contribuir com o professor na construção do conhecimento sobre o tema: “*Ondas Eletromagnéticas*”, de maneira a provocar um envolvimento mais efetivo dos alunos no decorrer das aulas de Física.

A proposta de mediação desse trabalho é fundamentada em uma metodologia que prioriza o desenvolvimento de diferentes atividades, tais como: debates, observações, leitura, experimentos, relatos, entre outros; assim como valoriza o trabalho em equipe, propiciando situações em que os alunos estabeleçam um ambiente de parceria, participação e interação entre eles.

Para a efetivação do trabalho, foram previstas nove (9) aulas, sendo que esse número pode sofrer alterações caso haja necessidade. Esse trabalho está organizado em encontros, com a finalidade de estabelecer um diálogo entre os diversos conhecimentos sociais e assim elaborar, a partir do conhecimento empírico, relação com o conhecimento científico.

No que concerne à metodologia, as atividades propostas nesse trabalho, prezam pelos conhecimentos que os alunos possuem do seu dia a dia incitando assim a convivência entre eles, com a finalidade de valorizar o processo de aperfeiçoamento dos conteúdos conceituais, de habilidades de pensamento, de valores e de atitudes. Para tanto, esse trabalho está dividido em três etapas.

DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA:

FICHA TÉCNICA: ONDAS ELETROMAGNÉTICAS		
TIPO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA: Curta, com metodologia e produto final voltado para as práticas pedagógicas.		
PÚBLICO-ALVO	Alunos do 3.º ano do Ensino Médio	DURAÇÃO: 9 aulas de 50 minutos
OBJETIVO GERAL	Produzir um material didático pedagógico (sequência didática) sobre Ondas Eletromagnéticas, a fim de proporcionar aos alunos do 3.º ano do Ensino Médio uma sequência de atividades para aprendizagem de ondas eletromagnéticas.	
PRÉ REQUISITOS	<ul style="list-style-type: none"> • Noções de gravitação universal. • Noções de óptica geométrica. • Noções de eletricidade básica. 	
CONTEÚDOS	<ul style="list-style-type: none"> • Características das ondas eletromagnéticas. • Geração das ondas eletromagnéticas. • Espectro eletromagnético. 	
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	<ul style="list-style-type: none"> • Compreender as características das ondas eletromagnéticas e diferenciá-las por meio de diferentes aplicações cotidianas. • Associar as diferentes áreas da física em uma única aplicação. • Desenvolver a expressão oral e escrita. 	

Fonte: Autores (2019)

1º ENCONTRO: Noções básicas de ondas**Duração desse encontro:** 03 horas aulas

O professor pode separar a turma em pequenos grupos e apresentar para os grupos uma situação problema, em seguida solicite que os alunos discutam no seu pequeno grupo e escreva uma resposta.

Situação problema

Você já tentou ligar a televisão com o controle remoto do aparelho de DVD? E abrir uma garagem utilizando o controle remoto do portão de outra? Por que isso não é possível se todos esses equipamentos são geradores e receptores de ondas eletromagnéticas?

Após escreverem, um aluno de cada grupo faz a leitura da sua resposta; nesse momento o professor não deve apresentar respostas, apenas mediar a participação dos alunos.

Em seguida, entrega para os grupos a atividade 1, um texto sobre noções elementares de ondas. O professor deve solicitar aos alunos a leitura do texto.

ATIVIDADE 1: LEITURA E INTERPRETAÇÃO DE TEXTO:**Noções elementares de ondas.**

Uma onda pode ser definida como sendo uma perturbação do meio em que se propagam, de acordo com alguns estudos estas ondas são entendidas como pulsos energéticos que se propagam no espaço transportando apenas energia, não havendo transporte de matéria.

As ondas podem ser classificadas de acordo com a sua natureza em ondas mecânicas e ondas eletromagnéticas:

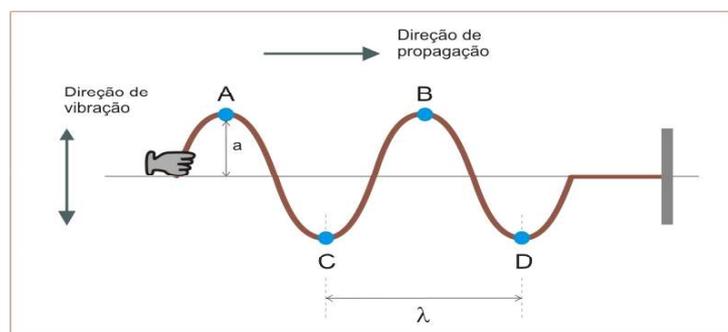
Ondas mecânicas: são aquelas que necessitam obrigatoriamente de um meio material para se propagarem. Nesse caso, a propagação do meio oscila em torno de um ponto de equilíbrio. Esses tipos de propagação de ondas ocorrem em ondas em corda, ondas sonoras ao se propagarem no ar ou uma pedra lançada em um lago com águas calmas, ondas mecânicas não se propagam no vácuo. Também podemos definir ondas mecânicas como impulsos mecânicos transmitidos por meio das vibrações das partículas que constituem o meio.

Ondas eletromagnéticas: As ondas eletromagnéticas são resultantes dos campos elétricos e magnéticos em conjunto, que se propagam com velocidade constante, e igual a $3 \cdot 10^8 \text{m/s}$. É importante ressaltar que uma onda eletromagnética ao contrário da onda mecânica pode se propagar no vácuo. As ondas eletromagnéticas compõem o espectro eletromagnético que representa aproximadamente 5% de toda a energia que conhecemos hoje. Esse espectro é composto por ondas de rádio, microondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raio X e Raios gama.

De acordo com a forma, podemos classificar as ondas de duas maneiras distintas: a transversal e a longitudinal.

Ondas transversais: É aquelas cuja direção de perturbação da onda é perpendicular a direção propagação da onda, figura 1.

Figura 1: Representação de uma onda transversal



Fonte: Disponível em:¹

Ondas longitudinais: São aquelas cuja direção de propagação da

¹ Disponível em: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=33327>

onda e a mesma do movimento de cada ponto dessa onda. Podemos dizer que a direção da vibração coincide com a direção de propagação, figura 2.

Figura 2: Representação de uma onda longitudinal



Fonte: Os autores

É importante salientar que uma onda mecânica pode ser classificada tanto quanto transversal (ondas em cordas) como longitudinal (ondas sonoras) enquanto as ondas eletromagnéticas assumem apenas a forma transversal (espectro eletromagnético).

Classificação em relação à direção de propagação

Segundo as direções em que se propagam, as ondas podem ser divididas em três categorias:

- Ondas unidimensionais:

Só se propagam em uma direção (uma dimensão), como uma onda em uma corda.

- Ondas bidimensionais:

Podem se propagar em duas direções (x e y do plano cartesiano), como a onda provocada pela queda de um objeto na superfície da água.

- Ondas tridimensionais:

Estas se propagam em todas as direções possíveis, como ondas sonoras, a luz etc.

Características das ondas

Todas as ondas possuem algumas grandezas físicas, que são:

- Frequência: é o número de oscilações da onda, por um certo período. A unidade de frequência do Sistema Internacional (SI), é o hertz (Hz), que equivale a 1 segundo, e é representada pela letra f. Então, quando dizemos que uma onda vibra a 60Hz, significa que ela oscila 60 vezes por segundo. A frequência de uma onda só muda quando houver alterações na fonte.
- Período: é o tempo necessário para a fonte produzir uma onda completa. No SI, é representado pela letra T, e é medido em segundos. Relação entre a frequência e o período de uma onda:

$$T \cdot f = 1$$

- Comprimento de onda: é o tamanho de uma onda, que pode ser medida em três pontos diferentes: de crista a crista, do início ao final de um período ou de vale a vale. Crista é a parte alta da onda; vale, a parte baixa. É representada no SI pela letra grega lambda (λ)
- Velocidade: todas as ondas possuem uma velocidade, que sempre é determinada pela distância percorrida, sobre o tempo gasto. Nas ondas, essa equação fica:
- Amplitude: é a "altura" da onda, é a distância entre o eixo da onda até a crista. Quanto maior for a amplitude, maior será a quantidade de energia transportada.

Após a leitura do texto os alunos devem responder a atividade.

Atividade:

1- O que é uma onda?

2- Qual é a principal diferença entre uma onda mecânica e onda eletromagnética?

3- O que é um comprimento de onda e uma frequência de onda? Exemplifique com um desenho?

4- Imagine uma onda eletromagnética que se propaga no vácuo com velocidade constante de $3 \cdot 10^8$ m/s. Qual a relação entre o comprimento de onda e a frequência?

Após os alunos responderem as questões, o professor deve encaminhar a Atividade 2.

ATIVIDADE 2 – VÍDEO SOBRE ONDAS ELETROMAGNÉTICAS:

Pretende-se discutir com essa atividade, o quanto as ondas eletromagnéticas estão presentes em nossas vidas. A partir desse momento, com os conhecimentos trazidos pelos alunos, estes deverão ser capazes de compreender que as ondas eletromagnéticas possuem as mesmas características de outros tipos de ondas, e que sua principal diferença é a propagação no vácuo, ou seja, que não necessitam de meio material para sua propagação. Nesse momento, o estudante já deverá ter compreendido que a principal característica para determinar os tipos de ondas eletromagnéticas, é a frequência. Ou seja, quanto maior a frequência, maior será a energia transportada pela onda, e quando a frequência for menor, a quantidade de energia transportada também será menor.

O assunto apresentado no vídeo (duração: 8min 52 s) vai contribuir para que os estudantes façam uma análise do quanto esse tipo de radiação está presentes em nosso cotidiano e que, muitas vezes, não nos atentamos ou não reparamos nas interferências que ocorrem em função da presença dessas ondas no nosso dia a dia.

Figura 03: Vídeo sobre ondas eletromagnéticas.



Fonte: Disponível em:²

Após assistir o vídeo, o professor deverá conduzir um debate envolvendo os conceitos que aparecem no mesmo, e instigando os alunos a apresentarem suas ideias. Após o debate cada aluno deve responder as seguintes questões:

1 – O que é o espectro eletromagnético e para que serve?

2 – Apresente a maior quantidade de aplicações em seu cotidiano das ondas eletromagnéticas que você consegue perceber.

Neste momento, o professor convidará dois alunos para auxiliá-lo em uma atividade prática, atividade 3. Esta atividade é bem simples e praticamente demonstrativa; será proposto o experimento da corda, cujo objetivo principal é levar o aluno a compreender a relação entre quantidade de energia transmitida em uma onda e frequência.

ATIVIDADE 3: ATIVIDADE EXPERIMENTAL

Dois alunos devem esticar uma corda, sendo que um deles apenas deve segurar a corda, o outro deve perturbar (provocar uma oscilação) a corda na vertical inicialmente com uma velocidade pequena (gastando pouca energia) e verificar o

² Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=zFkaGmFZups>

que acontece com as ondas formadas na corda. Em seguida o aluno deve aumentar a velocidade de perturbação (gastando assim mais energia), e verificar o que acontece com as ondas formadas na corda.

Após realizar a atividade, cada aluno deve registrar, de acordo com seu entendimento, qual a relação entre frequência, comprimento de onda e energia. Em seguida o professor deve encaminhar uma discussão sobre essa temática buscando evidenciar com os alunos que quanto maior a energia (gerada na perturbação), maior a frequência e conseqüentemente menor o comprimento de onda.

Para encaminhar o encerramento do primeiro encontro, o professor pode realizar a atividade 4. Caso não seja possível a realização desta atividade, o entendimento do aluno sobre noções básicas de onda não será comprometido; pois as duas atividades anteriores possibilitam tal entendimento.

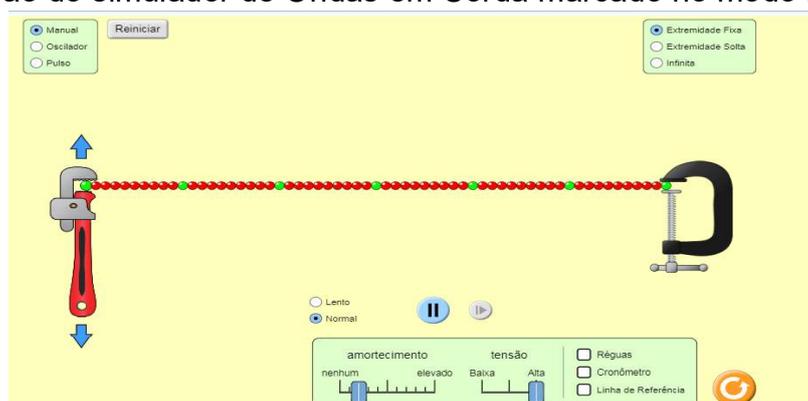
No entanto, a interação do aluno com o computador é desejável. Ao simular, pode perceber ou se atentar para detalhes que ainda não havia ficado claro.

ATIVIDADE 4: SIMULADOR DE ONDAS

Nessa atividade o professor propõe a utilização de um simulador do ambiente JAVA, para explorar os conceitos básicos de ondas. Sugere-se que esse simulador seja utilizado no laboratório de informática, onde o aluno poderá manipular o simulador e o professor estará mediando e orientado nessa atividade.

O simulador pode ser utilizado de diversas maneiras. A seguir, está apresentado algumas sugestões de uso que podem ser feitas com o simulador: Onda em corda disponível em site do phet colorado, de acordo com a figura 4.

Figura 04: Ilustração do simulador de Ondas em Corda marcado no modo manual



Fonte: Disponível em³.

Primeira atividade com o simulador

A finalidade dessa atividade, é fazer com que os estudantes compreendam as noções básicas de uma onda transversal, por meio de uma onda mecânica em corda.

PASSOS:

- 1 – Escolha no simulador a extremidade fixa, propulse a chave para cima e para baixo. Neste momento, levar os alunos a pensarem, quais fenômenos estão acontecendo?
- 2 – Selecione a extremidade solta e repetir o processo novamente; o professor deverá questionar os alunos a respeito do que estão observando de diferente?
- 3 – Finalmente deverão selecionar a extremidade no infinito, e impulsionar a chave na vertical. Os alunos devem descrever o que acontece, bem como comparar com as situações anteriores.

Segunda atividade com o simulador

Para essa proposta é necessário colocar o simulador no modo “oscilador”, como apresenta a figura 5. Nesse momento, pode-se utilizar a régua do simulador para fazer medições dos comprimentos das ondas, assim como cronometrar o tempo, para efetuar os cálculos do período e a frequência. A finalidade é fazer com que os alunos assimilem que aumentando a frequência, o período da onda diminui, e vice-versa, bem como verificar que ao aumentar a frequência, o comprimento de onda diminui, esse entendimento será importante para as discussões futuras.

PASSOS:

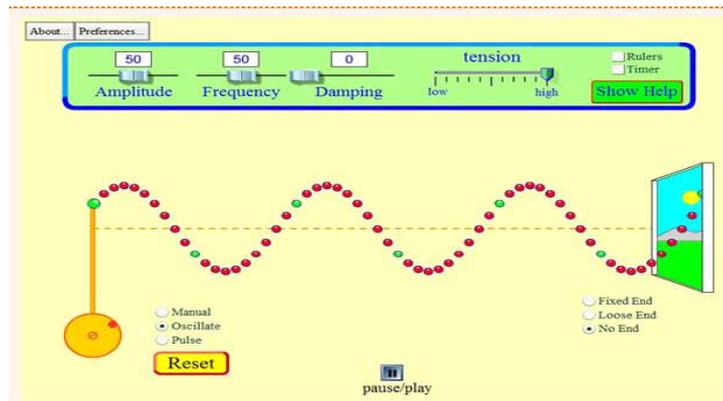
- 1 – Marque a opção extremidade em: fixo; solta; e por último, no infinito. Em cada uma das opções, os alunos serão levados a refletirem e socializarem os fenômenos observados.
- 2 – Nesse momento, o aluno ainda continuará com a opção extremidade em fixo, em seguida deverá fazer variações no cursor da amplitude da onda que está logo acima.

³ Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BRsimulation/wave-on-a-string>

Observando o simulador, descreva o que acontece.

3 – Finalmente, com a extremidade no infinito, movimente os cursores da frequência e de amortecimento. Nesse momento, o professor deverá questionar os alunos sobre o que aconteceu de diferente nas ondas produzidas nos três momentos.

Figura 05: Simulador selecionado no modo Oscilador.



Fonte: Disponível em⁴.

⁴ Disponível em: Sítio: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/wave-on-a-string>-acesso em 02/03/2019.

2º ENCONTRO: Ondas Eletromagnéticas e Espectro Eletromagnético.

Duração desse encontro: 03 horas aulas.

Objetivo: Proporcionar aos educandos o aprofundamento sobre os conceitos de Ondas Eletromagnéticas, estudando o Espectro Eletromagnético.

Nesta etapa vamos conhecer mais profundamente o *Espectro Eletromagnético*; para isso será apresentados aos alunos a atividade 5: Para refletir, apenas para gerar indagações sobre a temática já discutida. Em seguida, será apresentado um vídeo sobre o *Espectro Eletromagnético* de aproximadamente 5 minutos e, logo após será realizada a leitura de um texto que será distribuído aos alunos nos pequenos grupos, para o aprofundamento dos conhecimentos sobre o tema.

ATIVIDADE 5: PARA REFLETIR:

Neste momento, o professor deverá provocar e despertar nos alunos curiosidades sobre questões que estão presentes em suas vidas. Devem-se separar os alunos em pequenos grupos e propor os seguintes questionamentos para serem respondidos:

- Como funciona uma conexão WI-FI?
- Como funcionam os telefones celulares?
- Como podemos ouvir uma música no rádio?
- Como funciona o aparelho de microondas?

Após os grupos responderem, o professor propõe um debate a partir das respostas apresentadas pelos grupos.

Para encaminhar a discussão

A propósito, a comunicação nesse tipo de rede é muito semelhante às utilizadas nas transmissões de rádio, ou seja, uma estação é encarregada de modificar e transmitir o áudio (os dados) em sinal eletromagnético, e sucessivamente, uma estação receptora traduz essas informações. A partir desse momento, a diferença é que ambos os equipamentos terão a mesma função de transmitir e receberem.

Refletindo um pouco sobre as tecnologias apresentadas acima, o que elas têm em comum com a luz? As ondas de rádio e WI-FI são ondas eletromagnéticas. Desta forma, produzem cargas elétricas em vibração, de modo a produzirem um campo elétrico variável transformando este em um campo magnético também variável, que por sua vez dá origem novamente ao campo elétrico variável. Esses campos se irradiam perpendicularmente entre si no espaço. Sendo assim, essas ondas se diferem, por exemplo, de uma onda produzida em uma corda ou no mar, por exemplo, por não precisar de um meio material para sua propagação.

Os alunos, ainda em pequenos grupos, devem pesquisar na internet com o auxílio do aparelho celular, que tipo de ondas são os exemplos trazidos nos questionamentos acima.

Quais as semelhanças entre elas? Quais as diferenças entre elas?

O professor deve trazer para o debate com os alunos, as características do *Espectro Eletromagnético*, ressaltando a diferença entre radiações nocivas e não nocivas.

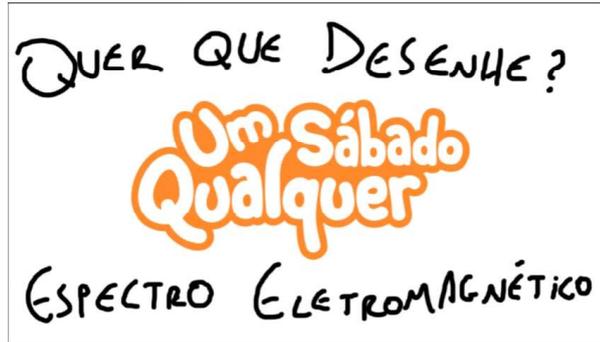
Na sequência, conduzir a atividade 6, que se constitui basicamente de assistir o vídeo sobre “*Espectro Eletromagnético*”.

ATIVIDADE 6: VÍDEO SOBRE O ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO

Apresentar o VÍDEO 2: “*Espectro Eletromagnético*” – YOU TUBE - “Grupo quer que desenhe” fala sobre as ondas magnéticas e enfatiza o Espectro Eletromagnético de uma maneira contextualizada de formas divertida e simples, o vídeo tem duração de 5min 51s e está disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=3po0Ek5aPKE> .

Os alunos devem assistir e registrar os termos desconhecidos e perguntas para posterior discussão.

Figura 06: Vídeo Espectro Eletromagnético



Fonte: Disponível em⁵.

Após o vídeo, deixe que os alunos pesquisem os termos desconhecidos para ir compondo seu vocabulário científico. Em seguida, estabeleça uma roda de conversa na qual se possa discutir as dúvidas que tiveram com o vídeo. Ao terminar esta etapa, propor aos alunos, organizados em pequenos grupos, o estudo do texto “*Espectro Eletromagnético*” para prosseguimento das atividades. Este texto foi produzido por Ederson Carlos Gomes para sua dissertação de mestrado.

ATIVIDADE 7: LEITURA DO TEXTO: O ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO

ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO

Ederson Carlos Gomes⁶

Os diversos tipos de *Ondas Eletromagnéticas* recebem diferentes nomes, que variam de acordo com seus respectivos intervalos de frequência, comprimento de ondas ou as formas como são produzidas. A classificação, segundo a frequência, é chamada *Espectro Eletromagnético*. Os intervalos não são bem definidos e frequentemente se superpõem.

Os trabalhos de Maxwell obtiveram evidências experimentais. Segundo Torres et. at. (2013) com o físico alemão Heinrich Rudolf Hertz em 1887, quem detectou experimentalmente as *Ondas Eletromagnéticas*, oito anos após a morte de Maxwell. Suas pesquisas levaram-no a produzir ondas eletromagnéticas, detectá-

⁵ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=3po0Ek5aPKE>>

⁶ GOMES, E.C.; *Ondas eletromagnéticas: possibilidades da aplicação no ensino médio a partir das relações CTS*. 2017. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós- Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2017.

las e até mesmo descobrir suas frequências.

Conforme Vargas (1996), Hertz realizou experiências sobre a propagação das ondas eletromagnéticas utilizando como transmissor, pontas metálicas pelas quais saltavam faíscas elétricas e como receptor utilizou espirais metálicas, demonstrando que suas ondas se refletiam contra placas metálicas. Este autor ainda nos diz que ele tentou medir se a velocidade de propagação dessas ondas eram iguais a velocidade de propagação da luz, mas isso só foi provado depois por outros pesquisadores.

Em 1888, Hertz apresentou os resultados de seus experimentos ao Congresso da Sociedade Alemã para o Progresso da Ciência, que os reconheceu imediatamente e segundo Torres et. al (2013), esse reconhecimento tornou-se ainda maior quando as ondas passaram a ser conhecidas como ondas hertzianas. Essas ondas, por muito tempo receberam esse nome e foi uma grande confirmação da teoria de Maxwell, sendo conhecidas atualmente como ondas de rádio.

De acordo com Horwicz “*a onda eletromagnética não apresenta um movimento material que possamos acompanhar, todos os conceitos introduzidos para as ondas mecânicas continuam válidos*” (1999, p. 20), pois, a onda eletromagnética tem características de uma onda, tem frequência, período e uma velocidade de propagação. Porém, existem várias faixas de frequências eletromagnéticas, desde as ondas de rádio até os raios gama, sendo que a luz é considerada uma radiação na “faixa do visível”, para o ser humano e que se difere para outros animais. Toda essa faixa de comprimento de onda é conhecida como *Espectro Eletromagnético*.

“O espectro eletromagnético é constituído por ondas eletromagnéticas com comprimentos de onda que variam numa faixa extremamente ampla. As várias faixas de comprimento de onda ou frequência receberam denominações especiais” (OKUNO; VILELA, 2005, p. 9).

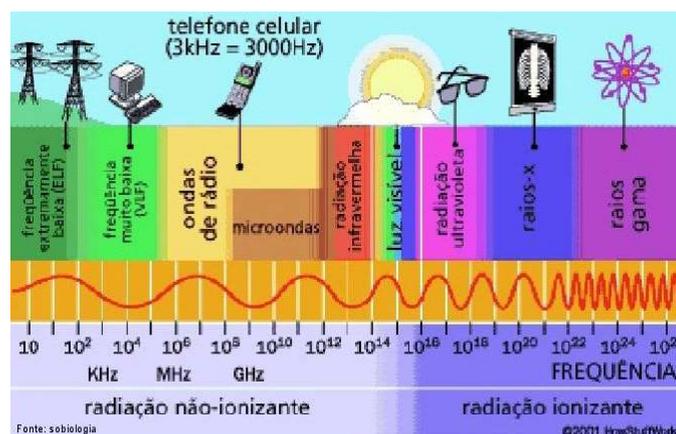
Ainda sobre o espectro, Hewitt (2009, p. 290) nos diz que:

“é uma faixa contínua de ondas que compreende desde ondas de rádio até os raios gama. Os nomes descritivos de suas várias partes

constituem simplesmente uma classificação histórica, pois todas as ondas são de mesma natureza básica, diferindo principalmente em frequência e comprimento de onda; todas as ondas eletromagnéticas têm o mesmo valor de velocidade”.

Essas denominações podem ser observadas na figura 07 a seguir, em que apresenta uma organização do espectro eletromagnético com algumas aplicações cotidianas. Este mesmo autor (p.289) informa que “A *classificação das ondas eletromagnéticas de acordo com a frequência é o espectro eletromagnético*”. Isso fica bem claro quando observamos a próxima figura:

Figura 07: Espectro Eletromagnético



Fonte: Disponível em⁷.

Okuno e Vilela (2005, p. 9) nos dizem que “A *separação entre as faixas não é muito rigorosa, podendo sobrepor, uma vez que ela foi feita por motivos históricos do que propriamente físicos ou biológicos*”. Entretanto, Sant’anna (2013) afirma que se costuma dividir o espectro eletromagnético em faixas de frequências, na qual se agrupam as ondas com propriedades semelhantes. Assim, o espectro eletromagnético é constituído por ondas de rádio, de TV, micro-ondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raios X e raios gama.

⁷ Disponível em: <<http://www.fisica.seed.pr.gov.br/modules/galeria/detalhe.php?foto=118&evento=2>>

Cronologicamente Okuno e Vilela (2005) informam que primeira onda descoberta foi a radiação infravermelha em 1880, depois da luz e assim em 1881 descobriu-se a radiação ultravioleta, em 1888 as ondas de rádio, em 1895 a radiação X, em 1900 a radiação gama e as micro-ondas em 1932.

Olhando para a figura 07, podemos notar que as ondas eletromagnéticas também são separadas em dois tipos de radiações: não ionizantes e ionizantes. Essas autoras nos dizem que a radiação é classificada ionizante quando a radiação eletromagnética interage com a matéria e tem energia suficiente para arrancar elétrons dos átomos que a constituem, transformando-os em íons. Entretanto, quando energia da radiação não for suficiente para a produção destes íons, ela é classificada como não ionizante.

“Um outro tipo de interação que ocorre é a excitação, em que um elétron não é arrancado do átomo, mas é excitado, passando de seu nível fundamental para níveis mais energéticos, denominados níveis excitados. Este elétron volta ao estado fundamental em um intervalo de tempo da ordem de 10^{-8} s, emitindo um fóton de luz” (OKUNO; VILELA. 2005, p. 17).

Neste sentido, dentro do espectro eletromagnético, apenas os raios X e gama são considerados ionizantes, ou seja, possui uma alta frequência o que lhes concerne uma alta quantidade de energia capaz de realizar a retirada de elétrons dos átomos.

A caracterização das ondas eletromagnéticas na região de frequência baixa que compreende desde 0 Hz até o início da radiação infravermelha é comumente feita em termos de frequência. A região que contém a radiação conhecida como óptica composta por radiação infravermelha (RIV), luz visível e raios ultravioletas (RUV), é usualmente caracterizada pelo comprimento de onda. Isso é confirmado por Hewitt (2009); pois, segundo ele

“As frequências mais baixas de luz que podemos enxergar aparecem como luz vermelha. As frequências mais altas de luz visível são aproximadamente duas vezes maiores do que da vermelha, e aparecem como violeta. Frequências ainda mais altas constituem o ultravioleta. Essas ondas de frequência mais alta são mais energéticas e causam queimaduras na pele” (p. 290).

Este autor afirma *“que a frequência com a qual uma onda eletromagnética varia no espaço é idêntica à carga elétrica oscilante que a produziu”*, assim sendo, para cada uma das frequências, existe um comprimento de onda correspondente, e como podemos observar na figura do espectro baixas frequências produzem longos comprimentos de ondas e vice-versa. Então *“quanto maior for a frequência da carga oscilante, menor será o comprimento da radiação”* (ibid).

Em relação a isso, Figueiredo e Pietrocola (2000) afirmam que existe uma relação de frequência versus comprimento de onda. Pois,

“No estudo de Física Ondulatória, representa-se o comprimento de onda, isto é a distância entre duas cristas consecutivas de uma onda, pela letra grega λ . A frequência é representada pela letra f ou pela letra grega η . As frequências das ondas eletromagnéticas são em geral, muito altas... E a velocidade da luz é representada genericamente por v . Para uma onda qualquer, essas grandezas se relacionam da forma representada pela formula: $v = f \times \lambda$ ou $f = v / \lambda$. Se pensarmos na luz no vácuo, a velocidade de qualquer cor é de 300000 km/s e a representamos por c Como a velocidade da luz é sempre a mesma, é fácil observar a relação inversamente proporcional entre a frequência f e o comprimento de onda λ . Isto é, para determinada onda, quanto menor a frequência, maior seu comprimento de onda” (FIGUEIREDO; PIETROCOLA. 2000, p.14).

Neste sentido podemos verificar no espectro eletromagnético que frequência e comprimento de ondas eletromagnéticas são inversamente proporcionais com características das ondas e da luz.

De acordo Sant’anna (2013), algumas décadas após a descoberta das ondas eletromagnéticas, teve-se início uma revolução tecnológica que utilizavam as mesmas nas mais diferentes formas e, por isso, o conjunto de todas essas ondas constituem o chamado espectro eletromagnético. A seguir apresentaremos um breve relato de cada uma dessas faixas de ondas eletromagnéticas, que também são chamadas de radiações, e algumas de suas aplicações.

Logo após a leitura, apresentar base teórica e demonstrar na lousa de forma expositiva e dialogada, a relação entre frequência, período, velocidade e comprimento de onda, demonstrando a relação entre essas equações, retomando o primeiro encontro.

ATIVIDADE 8: LEITURA DO TEXTO: CARACTERÍSTICAS DE CADA FAIXA ESPECTRAL

Após a formalização na lousa dos conceitos importantes, propor uma leitura sobre o Espectro Eletromagnético do livro didático Bonjorno et. al. (2013), figura 08, nas páginas 200 – 209, adotado pela escola.

Figura 08: Livro de Física 3 adotado pela escola.



Fonte: Disponível em⁸.

Caso seja necessário para a adaptação do material para outra região, por outro professor, deixamos disponível o texto dos professores Claudio Ubirajara Salicio e Pedro Arthur Augusto de Castro. O texto apresenta as características de cada faixa espectral, assim como o texto do livro didático citado acima.

CARACTERÍSTICAS DE CADA FAIXA ESPECTRAL E SUA INTERAÇÃO COM A MATÉRIA⁹

Claudio Ubirajara Salicio

Pedro Arthur Augusto de Castro

Ondas de Rádio

São radiações de baixa frequência, ou, maiores de

⁸ Disponível em: https://issuu.com/editoraftd/docs/fisica_b_3

⁹ O texto pode ser encontrado no link: <https://novaescola.org.br/plano-de-aula/2822/espectro-eletromagnetico>.

comprimentos de onda, estando as frequências compreendidas no intervalo de 10^5 a 10^{10} Hz, e comprimentos de ondas do espectro, na faixa de 3 km a 3 cm, com energias inferiores a 10^{-5} eV. São geradas por circuitos oscilantes, em transmissores de estações, mas também em grandes corpos no espaço, tais como cometas, planetas ou nuvens de gás gigantes. São ondas deste tipo que trazem até nós os sinais que recebemos nos nossos aparelhos de rádio, TV e telefones celulares. No nível atômico e molecular, as ondas de rádio não provocam efeitos sobre a matéria; o corpo humano, como a maioria dos materiais, é transparente a essas radiações.

Microondas

Estão compreendidas no intervalo de 10^{10} a 10^{12} Hz. Os comprimentos de onda respectivos situam-se na faixa de 3 cm a 300 μm e transportam energias de 10^{-5} a 10^{-3} eV. As micro-ondas são geradas por válvulas eletrônicas especiais.

Os efeitos que uma micro-onda provocará em moléculas serão aqueles de girar ou torcionar as moléculas da matéria que recebe a radiação, produzindo calor como resultado destes movimentos. É desta forma que um forno de micro-ondas opera, aquecendo/cozinhando os alimentos.

As micro-ondas são usadas na pesquisa para se obter informações sobre a estrutura de moléculas. São também usadas para a transmissão de informações como em radares, sensoriamento remoto e, ainda, em telefonia celular e transmissão de dados informatizados.

Infravermelho

As radiações da banda infravermelha são geradas em grande quantidade pelo Sol, devido à sua temperatura elevada; entretanto podem também ser produzidas por objetos aquecidos (como filamentos de lâmpadas). Radiação infravermelha, ou ondas de calor, ou ainda radiação térmica, situadas na faixa de 10^{11} a $4 \cdot 10^{14}$ Hz, com comprimentos de onda entre 1 milímetro e 750 nanômetros e energias na faixa de 0,0012 a 1,65 eV.

São geradas pela vibração ou oscilação dos elétrons das

camadas mais externas de átomos e moléculas. Ao interagir com a matéria, as ondas infravermelhas colocam as moléculas em vibração. No cotidiano, experimentamos os efeitos dessas interações quando sentimos calor proveniente do Sol, de radiadores, de ferros de passar roupa, e até de nosso próprio corpo.

Visível

Refere-se à parte do espectro que o olho humano consegue detectar. Em comparação com amplitude total do espectro, a luz ocupa uma faixa muito estreita de frequência, situada entre o infravermelho e o ultravioleta, que vai de $4,3 \cdot 10^{14}$ a $7,5 \cdot 10^{14}$ Hz, correspondente a comprimentos de onda de 750 a 400 nanômetros e a energias de 1,65 a 3,1 eV.

Os microscópios óticos são exemplos de interação da luz visível com a matéria. Em observação de tecidos biológicos ou microrganismos, a luz se propaga pode ser espalhada ou absorvida. O espalhamento da luz em um meio (mudanças de direção) ocorre e depende do tamanho da partícula espalhadora e do comprimento da onda da luz.

As principais partículas espalhadoras são membranas celulares e agregados moleculares. Outro fenômeno que ocorre quando a luz interage com meios biológicos é a absorção, que depende das partículas absorvedoras (cromóforos) presentes no tecido.

Ultravioleta

Tal denominação, o prefixo latino ultra significa além, como você pode perceber, vem da posição ocupada por estas radiações na escala de frequência, além da luz violeta, a última radiação visível para nós. As radiações UV têm frequências entre $7,5 \cdot 10^{14}$ e $3 \cdot 10^{16}$ Hz, que correspondem a comprimentos de onda na faixa de 400 nm a 10 nm e a energia compreendidas entre 1,8 a 3,1 eV.

Nesta faixa de energia está o limiar entre as radiações não-ionizantes e as ionizantes. Dado às altas energias que carregam, as radiações ultravioletas são fortemente absorvidas pela maioria das substâncias sólidas. Sobre a pele, o seu efeito é muito conhecido: o tom bronzeado que adquirimos no verão; vem justamente da

absorção pela nossa pele das radiações UV emitidas pelo Sol. Mas também aí reside o perigo maior de se adquirir também um câncer de pele.

Nossos olhos são particularmente suscetíveis aos danos das radiações ultravioletas, pois elas provocam a conhecida inflamação UV ou mesmo a cegueira.

Raios gama

São ondas eletromagnéticas emitidas por núcleos radioativos e possuem comprimento de onda entre 10^{-10} m e 10^{-14} m. Uma das aplicações para a radiação eletromagnética de raios gama consiste na sua utilização para fins de esterilização de materiais. Usualmente são usados os raios gama emitidos na desintegração radioativa do cobalto de massa 60 (^{60}Co) ou do césio de massa 137 (^{137}Cs).

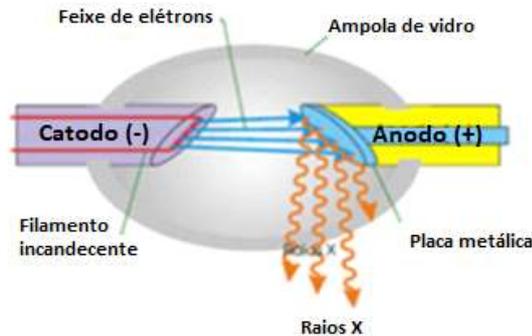
A radiação gama é altamente penetrante, sendo capaz de matar as bactérias presentes em produtos lacrados dentro de uma embalagem. Desta forma, o produto irradiado consegue se manter estéril até que a embalagem seja removida. O processo de esterilização ocorre por meio de colisões entre a radiação e os elétrons dos átomos do material a ser esterilizado. Em tais colisões, os átomos constituintes do material irradiado perdem seus elétrons, formando íons, ou seja, a esterilização é um processo de ionização.

Os materiais não se tornam radioativos quando expostos a radiação produzida por raios-X, raios gama e feixe de elétrons de até 10 MeV, pois os níveis de energia empregados no processamento dos produtos (como exemplo os alimentos) são extremamente pequenos. A radiação ionizante favorece a cisão (quebra) da cadeia de DNA dos microrganismos com o objetivo de eliminá-los ou torná-los incapazes de se reproduzirem.

Raios-X

Graças aos estudos de Roentgen e outros que vieram após ele, hoje sabemos que os raios-x são radiações originárias do freamento de elétrons acelerados que quando interagem com um núcleo pesado e sofrem desaceleração.

Figura 09: Representação do choque de um feixe de elétrons com o anodo, onde se produz dois tipos de raio X.



Fonte: Disponível em¹⁰.

O choque do feixe de elétrons (que saem do catodo com energia de dezenas de KeV) com o anodo (alvo) produz dois tipos de raios X. Um deles constitui o espectro contínuo, e resulta da desaceleração do elétron durante a penetração no anodo. O outro tipo são os raios X característicos do material do anodo. Assim, cada espectro de raios X é a superposição de um espectro contínuo e de uma série de linhas espectrais características do anodo. Como toda energia eletromagnética de natureza ondulatória, os raios X sofrem interferência, polarização, refração, difração, reflexão, entre outros efeitos. Os raios x possuem comprimento de onda entre 0,1 a 100Å e frequência entre 10^{16} a 10^{20} Hz.

Para complementar este último texto, o professor pode utilizar um vídeo educacional “O Espectro Eletromagnético” do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais CPTEC/INPE disponível no link: http://videoseducacionais.cptec.inpe.br/swf/natureza_radiacao/1_2/. Esse vídeo faz parte de uma plataforma educacional denominada Meio Ambiente e Ciências

¹⁰ Disponível em:

https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1884377/mod_resource/content/0/%3D%3D%20SEMINARIO%2024ago16-TEXT0.pdf

Atmosféricas - MACA.

Após efetuar o estudo do *Espectro Eletromagnético*, os alunos, em pequenos grupos, devem discutir e responder as seguintes questões:

ATIVIDADE 9: QUESTÕES

1- (PUC – RJ) Considere o espectro eletromagnético de acordo com a frequência (em hertz): Ondas de rádio: 10^8 Micro-ondas: 10^{10} infravermelho: 10^{13} Ultravioleta: 10^{16} raios: X 10^{19} raios gama: 10^{22} Dentro as fontes citadas a seguir, qual produz radiação eletromagnética com maior comprimento de onda no vácuo:

- a) laser ultravioleta
- b) forno de micro-ondas
- c) luz vermelha
- d) aparelhos de raios X
- e) laser infravermelho

2- A luz visível constitui uma parte relativamente grande ou relativamente pequena de espectro eletromagnético?

3- Qual é a principal diferença entre uma onda de rádio e uma onda luminosa? E entre uma onda luminosa e uma de raios X?

4- Qual das duas possui o comprimento de onda mais curto: a radiação ultravioleta ou a infravermelha? Qual delas tem a maior frequência?

5- Ouvimos pessoas falando em “luz ultravioleta” e “luz infravermelha”. Por que tais

termos são confusos? Por que é menos provável escutar pessoas falando em “luz de rádio” e de “luz de raios X”?

6- Qual o comprimento de onda correspondente a uma estação de rádio:

- a) AM, de frequência 1000 kHz?
- b) FM, de frequência 100 MHz?

7- Uma onda eletromagnética está se propagando no vácuo, com velocidade $3 \cdot 10^8$ m/s. Sendo a frequência dessa onda de 100 MHz, determine para essa onda:

- a) A frequência de oscilação do Campo Eletromagnético B;
- b) O seu comprimento.

8- Apontadores a laser emitem ondas luminosas de comprimento de onda é de 670 nm. Qual é a frequência dessa luz?

9- Discuta com seu grupo e apresente uma explicação para as seguintes situações:

- Como funciona uma conexão WI-FI?
- Como funcionam os telefones celulares?
- Como podemos ouvir uma música no rádio?
- Como funciona o microondas?

Como encerramento da aula, solicite aos alunos uma pesquisa direcionada, sobre o

funcionamento de uma emissora de rádio, o que são ondas sonoras, de que maneira as ondas sonoras podem ser utilizadas? Peça que eles também pesquisem 3 exemplos de uso das ondas sonoras e seu funcionamento.

3º ENCONTRO: Aprofundando o estudo sobre ondas de rádio.

Duração desse encontro: 03 horas aulas;

Objetivo: Proporcionar aos educandos o aprofundamento sobre as ondas de rádio.

Nesta etapa vamos conhecer mais profundamente as ondas de rádio. No entanto para iniciar esta aula, os alunos, organizados em pequenos grupos deverão confeccionar um mapa conceitual sobre o tema ondas eletromagnéticas, a fim de fazer uma retomada do conteúdo estudado até o momento.

ATIVIDADE 10: CONSTRUÇÃO DE MAPA CONCEITUAL

Confeccionar um mapa conceitual em equipe sobre o tema ondas eletromagnéticas. Determine o tempo máximo para esta atividade, por exemplo, 15 minutos. Depois cada equipe deverá apresentar o mapa confeccionado para a classe, em no máximo 5 minutos. Ao final das apresentações, o professor junto com os deverá construir um mapa conceitual na lousa com os elementos apresentados pelos grupos, a fim de melhor entender o conteúdo. Esta atividade constitui-se também como uma retomada do conteúdo visto.

Após a construção do mapa conceitual coletivo presente para a turma algumas questões norteadoras. Estas devem ser respondidas nos pequenos grupos. Estipule um tempo para a atividade (sugestão 15 minutos).

- Como eram os meios com que as pessoas se comunicavam há 100 anos?
- Como são as formas de comunicação entre as pessoas atualmente?
- Que tipo de rádio os alunos conhecem, qual o tipo de alimentação elétrica de cada um?
- Seria possível escutar um rádio sem que este estivesse ligado a uma fonte de energia como pilhas ou tomada elétrica?

Após os grupos responderem, questione-os sobre o quanto eles escutam rádio, quais são as emissoras e programas preferidos que eles ouvem e o que eles acham possível de aprender via rádio. Promova um debate de mais ou menos 10 minutos, incentivando a participação de todos os alunos. Se quiser, pode anotar os dados mencionados pelos alunos na lousa (CASTAGINI, 2011).

Propor aos alunos a leitura do texto Ondas de Rádio e TV adaptado de <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/ondas-eletromagneticas-radio.htm>.

Ondas de Rádio e de TV

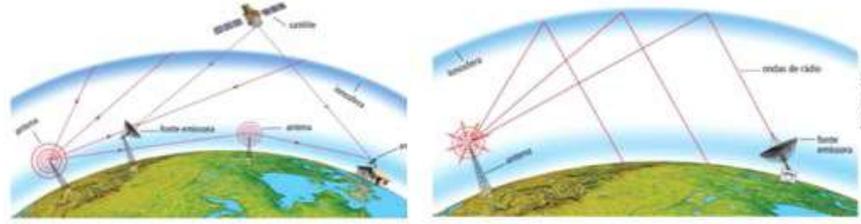
Dentro da faixa do espectro eletromagnético estão contidas as ondas de rádio, estas englobam as bandas AM e FM, e algumas ondas de TV e ondas curtas e longas. As ondas de rádio que possuem frequência entre 10^4Hz e 10^7Hz , o que constitui uma faixa de grandes comprimentos de onda, permitindo que elas sejam refletidas pelas camadas ionizantes da atmosfera superior (ionosfera). Essa reflexão permite que essas ondas de rádio sejam captadas a uma grande distância em relação ao seu ponto de emissão. Por possuírem um comprimento de onda grande, essas ondas de rádio são mais facilmente difratadas por obstáculos pequenos, como por exemplo, uma casa, um prédio e até mesmo um carro, sendo fácil captar essas ondas em um aparelho receptor.

As ondas de rádio cuja frequência sejam de próximo a 10^8Hz equivalem às ondas que no início eram usadas para transmissão televisiva por estações terrestres. Em nossos dias atuais, os satélites de transmissão digital operam na faixa de 10^{10}Hz , e essa onda está na frequência da faixa de micro-ondas.

As micro-ondas estão compreendidas em um comprimento de onda que variam entre 1m e 1mm, e sua frequência está na faixa de 10^9Hz a 10^{12}Hz . Essa onda tem uma utilidade muito grande na telefonia e nas transmissões de TV via satélites de outros países ou continente.

Representação da imagem sem escala, onde as ondas de rádio são refletidas pela ionosfera e podem ser captadas a longas distâncias pela antena.

Figura 10: Imagens de ondas refletidas e captadas pela ionosfera



Fonte: Imagem livro aula por aula

As micro-ondas sobre saem em relação as ondas de rádio, por terem maiores frequências. Sendo assim, a quantidade de informações transmitidas também pode ser maior, uma vez que a frequência e a quantidade de informações transmitidas são equivalentes. Porém o uso das micro-ondas também tem suas perdas, que corresponde ao sinal não refletido na ionosfera, havendo a necessidade de construção de antenas receptoras colocadas em regiões altas e separadas, por uma distancia de no máximo 70 Km, ou fazer uso de satélites artificiais, que operam como estações repetidoras desse sinal. Uma outra utilização das micro-ondas é também no funcionamento de radares. O radar libera uma radiação (que chamamos de pulso de onda eletromagnética) que toca o objeto. Tal radiação é refletida, regressando ao ponto da emissão, sendo assim conforme a direção e o intervalo de tempo que a radiação faz o caminho de volta, o objeto pode ser localizado.

Observe atentamente a imagem do rádio apresentada abaixo e respostas com seu grupo as questões que seguem.

Figura11: Imagem do rádio para análise e reflexão



Fonte: Disponível em¹¹.

PARA REFLETIR

1. Que informações se encontram no visor das estações?
2. Quais são os comandos com os quais usamos o aparelho?
3. Que fonte de energia ele utiliza?
4. Para que servem as pilhas ou a energia elétrica que chega através dos fios?
5. Por onde são recebidos os sinais emitidos pelas estações?
6. Imagine que a rádio de sua cidade é sintonizada na frequência de 101,3MHz. Qual é o valor correspondente a essa frequência no espectro eletromagnético?
7. Essa onda de rádio (da questão 5) está mais próxima do limite superior ou do limite inferior referente as ondas de rádio do espectro eletromagnético?
8. É possível ter um rádio que funcione sem pilhas ou a energia elétrica que chega através dos fios?

Saiba Mais

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

¹¹ Disponível em: <https://timesofindia.indiatimes.com/entertainment/tamil/music/247-live-youtube-radio-channel-launched/articleshow/63243517.cms>

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

GRAF, v.3, n.5, 1998

Após responderem as questões é importante fazer uma breve discussão evidenciando as respostas dos alunos e tomar a questão 8 como uma problematização para a próxima atividade, "É possível ter um rádio que funcione sem pilhas ou a energia elétrica que chega através dos fios?". Ao final desta discussão os alunos devem realizar a atividade prática: Rádio sem pilha, sem bateria, sem tomada..., apresentada no GRAF, v.3, n.5, 1998, 14.

Rádio sem pilha, sem bateria, sem tomada...

Objetivos:

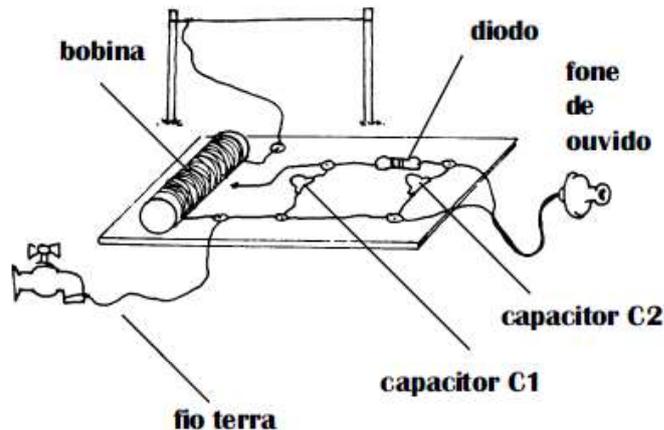
Compreender a montagem e funcionamento dele.

Elaborar e praticar os conhecimentos adquiridos na disciplina Eletromagnetismo;

Lista de material

- base de madeira (25x25cm);
- canudo de papelão ou PVC de 15cm de comprimento e 3cm de diâmetro;
- 45m de fio de cobre esmaltado número 28 ou 30;
- fone de ouvido simples; 2 capacitores de cerâmica: um de 250pF (C1) e um de 100pF (C2);
- diodo de silício ou germânio (Ex. 1n4148);
- 15 percevejos;
- fita adesiva e lixa fina

Figura 12: Radio de galena



Fonte: Disponível em¹².

Dicas de montagem

- 1 - Antena: use aproximadamente 20 m de fio e coloque a 5m de altura do chão;
- 2 - Bobina: enrole 100 voltas do fio de cobre no canudo de modo que elas fiquem bem juntas;
- 3 - Fixe as extremidades com fita adesiva; lixe as pontas e 1cm de largura ao longo da bobina;
- 4 - Capacitores: C1 é ligado em paralelo à bobina e C2 é ligado no diodo e no fio terra.
- 5 - Diodo é ligado entre os capacitores e o fone nos terminais do C2.

Esses materiais são de baixo custo e de fácil acesso. O fio de cobre pode ser encontrado em lojas do setor elétrico que trabalham com rebobinagem de motores elétricos. O fio fino encapado pode ser encontrado no setor em lojas que trabalham com informática e o diodo, 1n4148, é usado em muitos tipos de equipamentos eletrônicos e é facilmente encontrado em oficinas eletroeletrônicas ou estabelecimentos que vendem componentes eletrônicos.

Esse rádio que funciona sem nenhuma alimentação elétrica é conhecido na literatura como Rádio Galena.

¹² Disponível em: < <http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/GREF/eletro32-5.pdf> >

A seguir apresentamos outra possibilidade de construção desse experimento, esta proposta é um recorte de um trabalho maior e foi desenvolvida pela professora "Tina" Andreolla, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus de Pato Branco e está disponível

<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=48927>.

Confecção do Rádio Galena

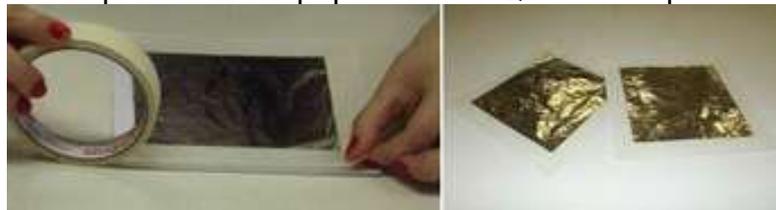
Material Necessário:

- Base em madeira nas dimensões de 20cm X 25cm X 1,5cm;
- Peça em madeira de 8cm X 4cm X 1,5cm;
- Peça em madeira de 7cm X 4cm X 1,5cm;
- 20 metros de fio de cobre esmaltado número AWG 26 - 30;
- 50 metros de fio fino encapado, podendo ser retirado de cabo de rede;
- Tira de papelão medindo 25cm X 10cm;
- Tubo de papelão ou PVC de 12cm X 4cm (pode ser de papel higiênico);
- Tubo de papelão ou PVC de 22cm X 4,5cm (pode ser de papel toalha);
- 2 quadrados de papel alumínio de 13,5cm X 13,5cm;
- 2 quadrados de papel offset 75 g/m² com as dimensões de 16cm X 16cm;
- Pregos;
- Fita crepe;
- Percevejos;
- Uma lâmina de barbear;
- Um alfinete de segurança tamanho médio;

- Um pedaço de lápis de escrever, com corpo em madeira;
- Pedaço de 10 cm de fio de cobre sólido desencapado;
- Fone de alta impedância, retirado de telefone velho;
- Alicates;
- Ferro de solda;
- Estanho para solda eletrônica;
- Lixa nº 320;
- Dois pedaços com aproximadamente 10 cm de PVC, qualquer diâmetro, para confecção dos isoladores da antena;
- um diodo de silício 1n4148 (opcional);

Inicia-se a construção do capacitor cortando dois quadrados de papel alumínio, nas dimensões de 13,5cm x 13,5cm, em seguida cola-se os mesmos, utilizando-se fita crepe, nos quadrados de papel offset nas dimensões de 16cm x 16cm. Em seguida cola-se os mesmos, utilizando-se fita crepe, nos quadrados de papel offset nas dimensões de 16cm x 16cm.

Figura 13 - Colagem com fita crepe dos quadrados de papel alumínio nos quadrados de papel offset e Quadrados prontos.



Fonte: Web 1: ANDREOLLA, C. V., 2013¹³

Com os quadrados prontos, colar um deles utilizando fita crepe no tubo de papelão ou PVC de 22cm x 4,5cm (pode ser de papel toalha). Depois disso, com a fita crepe, cobre-se toda a superfície do tubo, para finalizar o capacitor, coloca-se o quadrado de papel

¹³ Web 1 – disponível em: <http://potaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=48927>

alumínio restante, utilizando-se fita crepe, sobre a estrutura confeccionada, de modo que o mesmo possa ser movimentado.

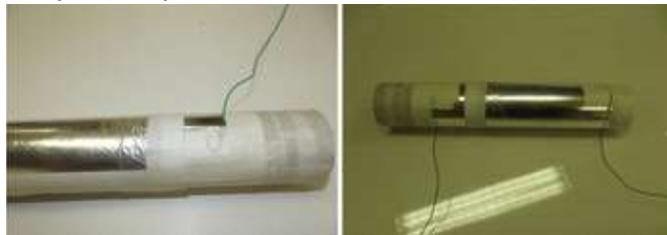
Figura 14 - Fixação de um dos quadrados com fita crepe no tubo e Cobertura da superfície do tubo.



Fonte: Web 1

Dobra-se uma ponta de cada fio em forma de “anzol”, a seguir fixa-se a cada ponta em forma de gancho, em ambas extremidades do capacitor (no papel alumínio).

15 - Colagem do fio com formato em “anzol” na extremidade do capacitor e Capacitor pronto.



Fonte: Web 1

Feito o capacitor, corta-se dois pedaços de fio de aproximadamente 20 cm. Em seguida desencapa-se as duas extremidades de cada fio.

Figura 16 - Pedacos de fio de cobre encapados e Remoção do plástico nas extremidades dos fios.



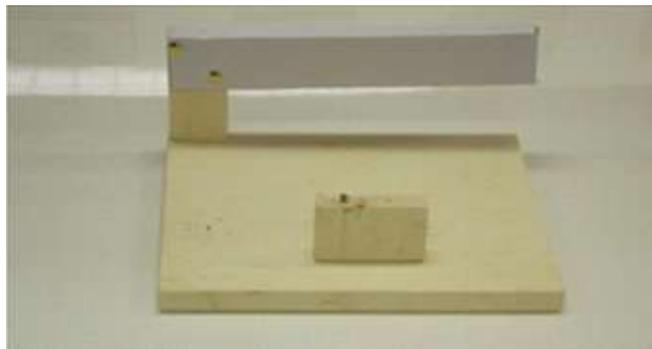
Fonte: Web 1

Inicia-se a montagem da base do rádio. Na placa de madeira

maior é fixada a peça de madeira de 8cm x 4cm x 1,5cm, no canto do lado maior da base, na vertical. A outra peça de madeira 7cm x 4cm x 1,5 cm, é fixada aproximadamente à 3,5 cm do lado maior oposto à primeira peça.

Na ponta superior da peça de madeira menor, firme a tira de papelão com percevejos, envolvendo o topo da madeira.

Figura 17 - Base do rádio pronta.



Fonte: Web 1

Nessa parte de papelão, encaixe o capacitor produzido anteriormente.

Inicia-se a confecção da bobina, grudando-se uma fita crepe verticalmente, que atravesse o tubo de papelão ou PVC de 12cm x 4cm (Figura 18). Em seguida, é repetido o processo colando-se outro pedaço de fita por cima do anterior.

Figura 18 - fixação da primeira e da segunda fita crepe no tubo menor. Créditos: O autor.



Fonte: Web 1

Para se começar enrolar o fio de cobre, deve-se antes desgrudar

uma parte da fita superior, dar uma volta com o fio, deixando uma ponta livre de 10cm antes da primeira volta, e então fixar a fita novamente (Figura 19). Após isso, dá-se 90 voltas de fio no tubo, novamente deixando uma ponta de aproximadamente 10cm livre.

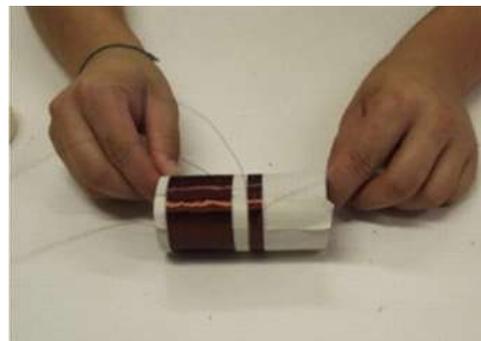
Segue-se o procedimento anterior, porém agora com 25 voltas, deixando-se um espaço de aproximadamente 1cm entre o final da primeira e o início da segunda.

Figura 19 - Primeira volta. bobina com as 90 voltas, e Levantamento da fita superior para prender as 90 voltas.



Fonte: Web 1

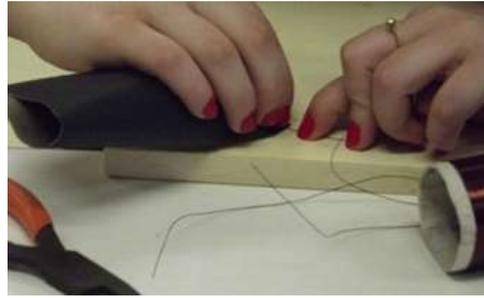
Figura 20 - Bobina finalizada.



Fonte: Web 1

Feito isso, determine a área do fio a ser lixada, colam-se dois pedaços de fita crepe paralelos longitudinalmente, distantes aproximadamente 1 cm.

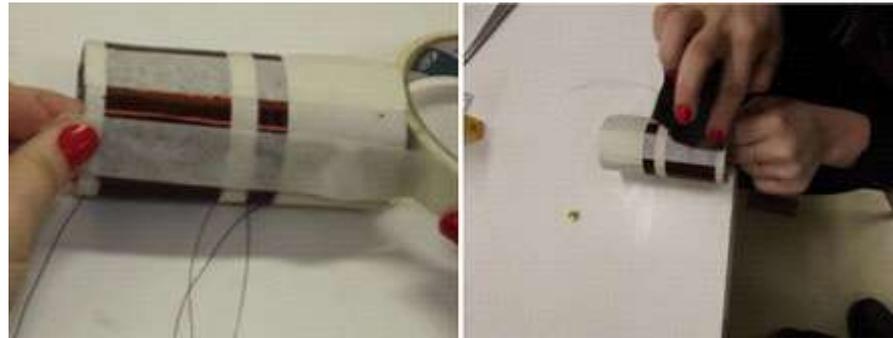
Figura 21 - Raspagem das pontas livres.



Fonte: Web 1

Com a bobina e o capacitor prontos, os mesmos devem ser fixados na base, com percevejos conforme imagens 22.

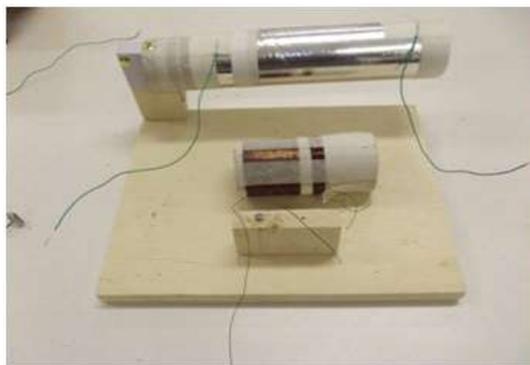
Figura 22 - Determinação do local a ser lixado e lixamento da área determinada.



Fonte: Web 1

Com a bobina e o capacitor prontos, os mesmos devem ser fixados na base, com percevejos conforme imagens 23.

Figura 23 - Capacitor e Bobina fixada a base.

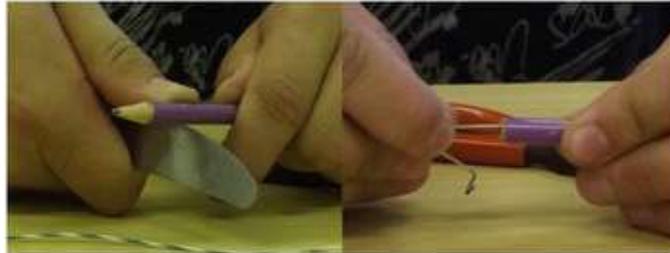


Fonte: Web 1

Para a construção do diodo, corta-se um pedaço de lápis de

escrever de aproximadamente 3cm. E em seguida, coloca-se o alfinete de segurança no lápis de modo que a sua ponta fique em contato com o grafite.

Figura 24 - Corte e fixação do lápis ao alfinete.



Fonte: Web 1

Queime a lâmina de barbear com um isqueiro até ela ficar azulada.

Observação: Algumas marcas de lâminas funcionam mesmo sem passarem pelo processo de queima, portanto monte normalmente sem queimar a mesma, e se não funcionar siga com a queima.

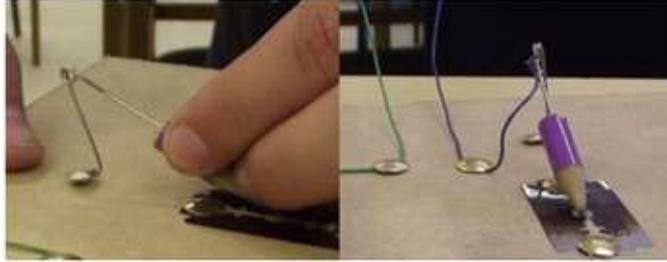
Figura 25 - Queima da lâmina e Lâmina finalizada.



Fonte: Web 1

Após isso, firma-se o alfinete de segurança com um percevejo. Solda-se com o ferro de solda um pedaço de fio fino de cobre encapado, apenas com a ponta desencapada no alfinete.

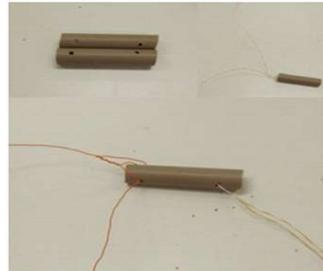
Figura 26 - Fixação do alfinete e Ligação do fio ao diodo.



Fonte: Web 1

Para a confecção da antena, faz-se dois furos, um em cada extremidade, nos pedaços de aproximadamente 10cm de PVC. Um dos furos serve para amarração dos isoladores que ficarão suspensos, e o outro é utilizado para que o fio da antena passe por ele, ficando também suspenso.

Figura 27 - Tubos com seus respectivos furos e amarrações.



Fonte: Web 1

A antena é um fio esticado com cerca de 50 metros.

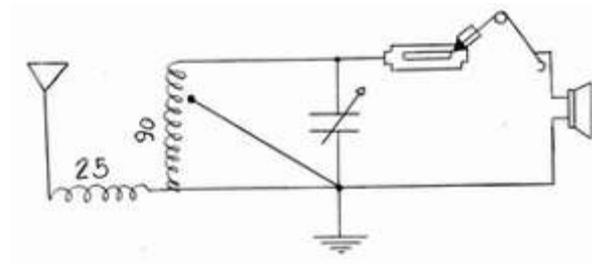
Figura 28 - Antena instalada.



Fonte: Web 1

Com o capacitor, bobina, diodo e antena confeccionados, inicia-se a montagem do rádio conforme o esquema elétrico abaixo:

Figura 29 - Esquema de montagem do rádio.



Fonte: Web 1

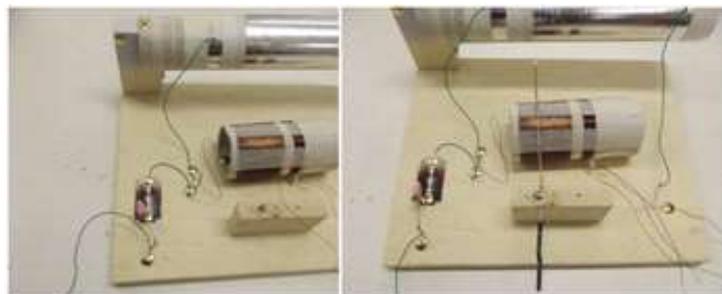
Figura 30 - Legenda do esquema.



Fonte: Web 1

Conectam-se os fios do capacitor com o do diodo e o primeiro fio solto da bobina. Firma-se na peça de madeira a haste metálica que fará a seleção das estações.

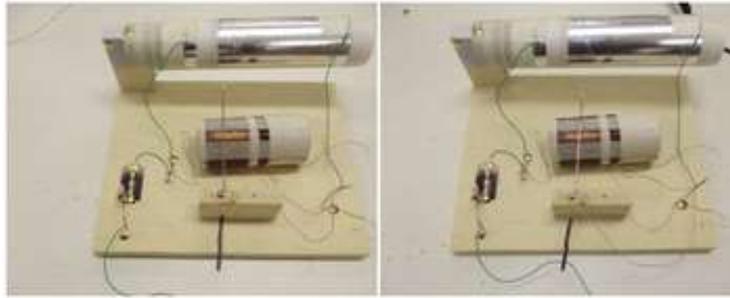
Figura 31 - Ligação dos fios.



Fonte: Web 1

Liga-se o último fio da primeira bobina e o primeiro da segunda bobina ao fio terra, que também fará conexão com o capacitor variável. Posteriormente conecta-se um fio que vai da haste até ao fio terra.

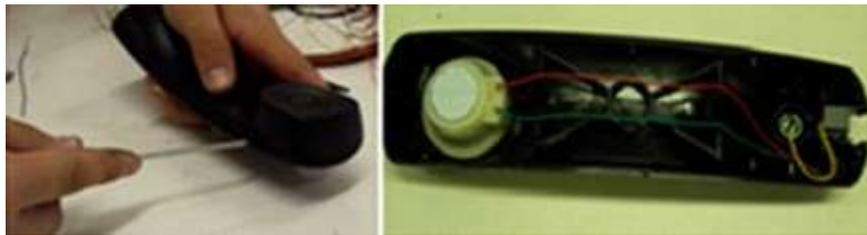
Figura 32 - Ligação dos outros fios.



Fonte: Web 1

Para remover o fone (auto-falante) do telefone, com auxílio de uma chave de fenda desmonte a unidade a fim de expor o fone, o microfone e os fios que fazem a ligação entre tais componentes.

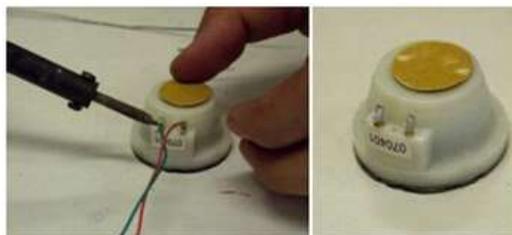
Figura 33 - Remoção do fone.



Fonte: Web 1

Remova as peças da unidade e com o ferro de solda, remova os fios que estão ligados ao fone.

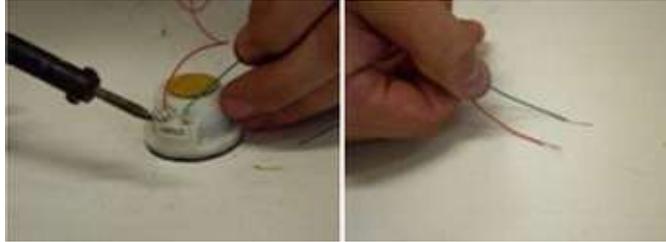
Figura 34 - Remoção dos fios do fone e fone pronto.



Fonte: Web 1

Soldar nos terminais dois pedaços de fio com comprimento de aproximadamente 60 cm, de preferência a fios flexíveis, as outras extremidades solde uma no fio que sai do diodo e outro na junção com terra.

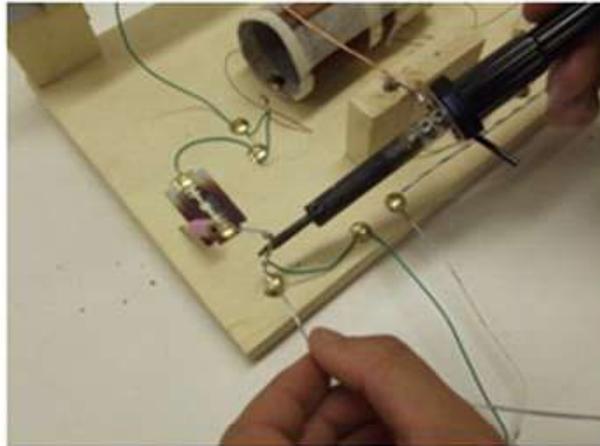
Figura 35 - Solda dos fios ao fone e extremidade.



Fonte: Web 1

Em seguida solde todas as conexões para se ter um melhor contato entre os fios.

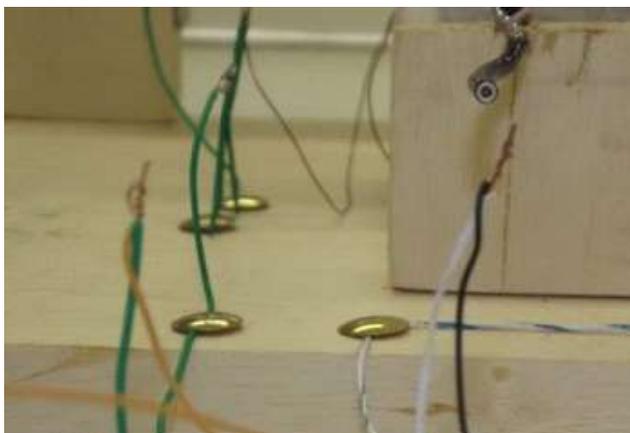
Figura 36 - Solda dos terminais.



Fonte: Web 1

Solde os fios do fone aos terminais de saída do rádio.

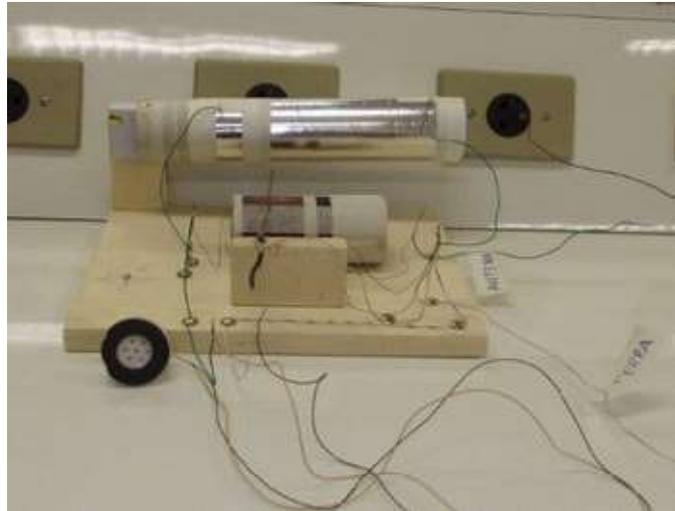
Figura 37 - Solda dos fios do fone a saída de som do rádio.



Fonte: Web 1

Rádio finalizado

Figura 38 - Rádio finalizado. Créditos: o Autor



Fonte: Web 1

Operando o rádio galena

Inicialmente certifique-se de que o fio terra e a antena estão corretamente instalados. Para operar o rádio, varie o indutor e o capacitor até começar ouvir um ruído de baixo som, então altere lentamente o capacitor e a bobina. Por meio da variação da bobina é possível encontrar as estações de rádio mais fortes da cidade e sintonizá-las. A variação do capacitor é responsável por trazer uma melhor qualidade ao som do rádio. Para melhor entender o funcionamento acesse:

https://www.youtube.com/watch?v=X1ezyQ_SQaQ&feature=youtu.b

e

porém, neste vídeo, o rádio está sendo utilizado com uma caixa de som de computador, no lugar do fone de alta impedância, devido ao fato que o som reproduzido diretamente no fone ser muito baixo e portanto o microfone da câmera não capta o mesmo.

Para se ter um melhor resultado sugerimos substituir o diodo de "Gillette" por um diodo de silício 1n4148 ou de germânio (muito raro).

Após a construção deste experimento o professor deve conduzir um debate apresentando o rádio galena pontuando as seguintes questões:

- O que é este equipamento?
- Quais componentes vocês reconhecem?
- Como é possível seu funcionamento?
- Qual sua fonte de energia elétrica?
- Este equipamento funciona sem nenhum tipo de energia?
- Como a transmissão/recepção ocorre?

Ao final do debate os alunos deverão resolver algumas questões de preparação para o vestibular.

Preparação para o vestibular

1. Considere estas afirmações:

I. A velocidade de propagação da luz é a mesma em todos os meios.

II. As micro-ondas usadas em telecomunicações para transportar sinais de TV e telefonia são ondas eletromagnéticas.

III. Ondas eletromagnéticas são ondas do tipo longitudinal.

Quais delas estão corretas?

- a) Apenas I
- b) Apenas II
- c) Apenas I e II
- d) Apenas II e III
- e) I, II e III

2. Sejam v_1 , v_2 e v_3 as velocidades de propagação no vácuo das radiações gama, infravermelha e luminosa. Temos então:

- a) $v_1 < v_2 < v_3$
- b) $v_2 < v_1 < v_3$
- c) $v_3 < v_2 < v_1$
- d) $v_1 = v_2 = v_3$
- e) $v_3 > v_2 > v_1$

3. As siglas TV, FM e os termos "ondas curtas" e "ondas médias" referem-se às

frequências usadas em comunicações no Brasil. Assim sendo, o conjunto das radiações que se encontra em ordem crescente de frequência é:

- a) () ondas médias, televisão, raios X, radiação infravermelha
- b) () radiação ultravioleta, radiação infravermelha, luz, televisão
- c) () FM, radiação infravermelha, luz, raios X
- d) () FM, TV, ondas médias, ondas curtas
- e) () micro-ondas, luz, radiação ultravioleta, ondas curtas

4. Uma cápsula a caminho da Lua certamente não encontra em sua trajetória:

- a) () raios X
- b) () raios gama
- c) () radiação ultravioleta
- d) () micro-ondas
- e) () ondas sonoras

CONSIDERAÇÕES SOBRE O PRODUTO

Esse trabalho teve como finalidade desenvolver e implementar uma sequência didática sobre o conteúdo “*Ondas Eletromagnéticas*”, sendo que para essa proposta iniciamos com o conteúdo básico de “*Ondas*”, identificando as principais características e suas radiações presentes no cotidiano.

Para a construção do mesmo, usamos os pressupostos teóricos de Zaballa (1998) e procuramos apresentar diferentes recursos e metodologias na prática pedagógica para atender os diversos níveis de alunos que fazem parte desse processo.

Almejando trabalhar com materiais de baixo custo e, ao mesmo tempo, evitando as aulas tradicionais e metódicas, buscou-se uma dimensão preferencialmente conceitual, não ficando apenas no livro didático, giz, quadro negro e fórmulas matemáticas. Dessa forma, organizou-se um trabalho didático alternativo, explorando um tema bastante presente na vivência dos nossos alunos, porém com pouco conhecimento científico por parte deles.

Após finalizar os encontros, tomando como base os resultados obtidos após a implementação do trabalho mencionado, pode-se afirmar que o material produzido apresenta um suporte pedagógico, podendo ser utilizado por professores de todas as regiões brasileiras, uma vez que todos os recursos empregados são de fácil acesso e manuseio muito simples.

Não podemos afirmar com exatidão que os alunos aprenderam o conteúdo ministrado, porém temos indícios de aprendizagem dos conceitos trabalhados sobre “*Ondas eletromagnéticas*”, através da participação dos alunos nas aulas e nas atividades propostas, tanto práticas quanto teóricas.

Sendo assim, podemos dizer que o referido trabalho implementado exhibe uma grande atribuição pedagógica, uma vez que permitiu aos alunos um ambiente favorável à aprendizagem, diferenciando-o do método tradicional, corroborando para o desenvolvimento dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais de acordo com os resultados ora obtidos.

REFERÊNCIAS

BARROS, A. L. L. **Uma abordagem sobre o espectro eletromagnético por meio de estudos de caso**. 226f. Dissertação. (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física Sociedade Brasileira de Física Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense). Campos dos Goytacazes/RJ. 2018. Disponível em: http://www1.fisica.org.br/mnpef/sites/default/files/dissertacao_alice.pdf. Acesso em: 27/02/2019.

BATISTA, M.C., CONEGLIAN, D. R., ROCHA, D.R., Interdisciplinaridade no ambiente escolar: uma possibilidade para formação integral no Ensino Fundamental. **Revista Pontes**, Paranaíba, v. 1, nº 1, 2018 p. 107-122.

BETIATTO, P. **Rádio Trincheira**. 1 vídeo. (2min. 27s.). 26 de abril de 2013. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=X1ezyQ_SQaQ&feature=youtu.be. Acesso em:

GOMES, E. C. **Ondas eletromagnéticas: possibilidades da aplicação no ensino médio a partir das relações cts**. (Centro de Ciências Exatas Programa de Pós-Graduação Em Educação para a Ciência e a Matemática) Universidade Estadual De Maringá. Maringá, 2017. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br>. Acesso em: 27/02/2019

RESQUETTI, S. O. Uma sequência didática para o ensino da radioatividade no nível médio, com enfoque na história e filosofia da ciência e no movimento CTS. **Tese de Doutorado**. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Centro de Ciências Exatas. Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2013.

QUER QUE EU DESENHE? **Espectro eletromagnético**. 1 vídeo. (5min. 51s). 16 de dezembro de 2013. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=3po0Ek5aPKE>. Acesso em:27/02/2019

VARGAS, Milton. História da matematização da natureza. **Estudos Avançados**. v.10, n.28. São Paulo, SP. 1996. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40141996000300011. Acesso em: 15/03/2019.

ZABALA, A. A. **prática educativa**: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.