



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
MESTRADO PROFISSIONAL**



Sequência Didática e a construção do Rádio de Galena

RENATO JOSÉ FERNANDES

Produto do mestrado profissional apresentado ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Ensino de Ciências e Matemática. Linha de Pesquisa: Ensino e Aprendizagem em Ciências e Matemática.

Orientador: Professor Dr. Milton Antônio Auth

Março, 2018

Introdução

Consideramos que o ensino de Física necessita de mudanças e inovações. A prática do professor de Física, enquanto formador de conceitos, deve ser reflexiva e conectada com o meio, com o cotidiano do aprendiz. Utilizamos a sequência didática (SD) como metodologia de ensino que propicia o planejamento articulado, estruturado com aulas que abordam diversos temas. A organização das atividades deve propiciar o entendimento do conteúdo e internalização de conceitos significativos.

A sequência didática (SD) desenvolvida na escola pública, de nível médio, é o resultado do planejamento e organização dos conteúdos a serem estudados durante um bimestre. Ondas eletromagnéticas, mecânicas e eletromagnetismo são estudados a partir de atividades práticas, simulações, textos e debates mediados pelo professor. A sequência didática prioriza o aprendizado dos conceitos em detrimento do ensino mecânico.

As aulas de Física envolveram problematizações sobre o funcionamento de alguns componentes e principalmente na propagação e recepção de ondas eletromagnéticas e sua transformação em onda sonora. Alguns conceitos relevantes no estudo de acústica também foram abordados. No desenvolvimento deste produto são apresentadas, de modo resumido, as atividades que foram realizadas durante a SD (sequência didática), bem como um tutorial sobre como construir o rádio de Galena, as especificações técnicas dos componentes, custos e algumas particularidades que devem ser observadas para seu funcionamento. O Rádio de Galena foi utilizado como equipamento gerador na sequência didática produzida durante o curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Uberlândia.

Consideramos que o ensino de Física baseado no real e com atividades práticas favorece tanto o aprendizado quanto a gestão do ambiente escolar pelo professor. Assim, um equipamento relativamente barato e de simples montagem pode inovar as aulas e contribuir para um ensino de maior qualidade.

Os alunos convivem com a tecnologia da informação e comunicação diariamente e normalmente desconhecem os princípios básicos relacionados à Física. Fatores como esses nos levaram a buscar alternativas para aproximar ciência, tecnologia e sociedade nas aulas de Física do ensino médio da rede pública estadual.

O custo para a montagem do Rádio de Galena pode ser baixo e a maioria dos componentes utilizados pode ser encontrada em oficinas de equipamentos eletrônicos ou retirada de equipamentos destinados à sucata, neste caso não haveria custo. A montagem do circuito não exige um conhecimento específico e habilidades técnicas em eletrônica, sendo que os alunos de ensino médio têm condições de realizá-la. Os componentes, se adquiridos novos em lojas de eletrônicos, tem custo total inferior a R\$ 100,00.

O que é o rádio de Galena e como construí-lo?

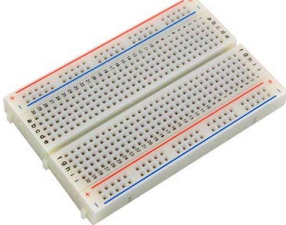
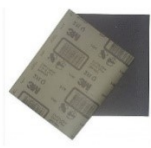
O circuito conhecido como rádio de Galena é um receptor de ondas de rádio AM. O termo Galena refere-se ao sulfeto de chumbo, minério com grande concentração de chumbo, um dos primeiros semicondutores utilizados para a montagem do circuito.

Utilizamos um semicondutor de germânio (diodo de germânio 1N60) em uma montagem e em outra montagem outro diodo (diodo schottky BAT43). Assim, na montagem do rádio de Galena ele funciona como um filtro reduzindo a interferência de outras ondas. Para a montagem apresentada aos alunos utilizamos um diodo que substitui o semicondutor de Galena.

O equipamento capta sinal de rádio na modulação AM (amplitude modulada) com variação de frequência de 530 *kHz* até 1600 *kHz*. O projeto de montagem do circuito simples utiliza dois capacitores (C_1 ; C_2) com capacitância respectiva de 100 *pF* e de 270 *pF* (ou 200 *pF*); um diodo que tenham baixa tensão direta (diodo de germânio); um fone de cristal (F) e, aproximadamente, 60 metros de fio esmaltado do tipo AWG 30, para a construção da bobina e antena.

Tabela 1: Descrição de materiais, quantidade e custo unitário.

Item e imagem	Quantidade	Valor unitário
 Diodo de germânio	01	R\$ 0,16
	ou	
	01	R\$ 0,26

 Diodo schottky		
 Capacitor 100 pF	01	R\$ 0,11
 Capacitor 270 pF	01	R\$ 0,06
 Mini Protoboard	01	R\$ 8,49
 Ferro de solda + estanho	01	R\$ 30,0
 Cano de PVC	20 cm	R\$ 1,00
 Fone (cápsula) de Cristal	01	R\$ 30,00
 Fio de cobre AWG 28 ou AWG 30	100 m	R\$ 12,00
 Lixa	01	R\$ 1,50

Haste de aterramento		01	R\$ 20,00
----------------------	---	----	-----------

A montagem pode ser realizada em uma base (30cm x 30cm) de madeira, MDF (MDF é a sigla de *Medium Density Fiberboard*, que significa placa de fibra de média densidade) ou papelão para a fixar os demais componentes.

Na fase de montagem dos componentes pode ser utilizada a placa *proto-board*, o que dispensa a solda de estanho, porém é necessário atentar-se para possível mal contato entre os componentes. No rádio de Galena produzido foi utilizada a solda de estanho, pois utiliza um equipamento de baixo custo e de fácil manuseio, o qual também pode ser utilizado em diversas outras soldagens com estanho.

A bobina deve conter, no mínimo, 100 espiras (voltas de enrolamento) do fio AWG¹, sendo que um número maior aumentará a faixa de frequências disponíveis para a sintonia. O enrolamento deve ser realizado de modo a não sobrepor um fio sobre o outro. Eles devem estar justapostos lado a lado.

Outra questão importante é o contato entre a bobina e o restante do circuito. É necessário lixar uma pequena faixa do enrolamento sem que o isolamento entre os fios seja comprometido. Recomendamos uma lixa fina para realizar a atividade.

A montagem deve seguir o seguinte esquema conforme Figueiredo e Terrazzan (1987) apresentado na figura a seguir.

¹ O fio deve ser esmaltado. Utilizamos a fio AWG 28 disponível em oficinas de enrolamentos de motores. Nos motores de tanquinho, liquidificador e similares há esse fio que pode ser retirado.



Figura 3: Haste de aterramento de vergalhão para construção. Fonte: próprio autor.

A antena deve ter, no mínimo, um quarto do comprimento da onda que se deseja selecionar. O fio pode ser o mesmo utilizado na bobina e é necessário que este esteja isolado, a sugestão é utilizar um pedaço de cano de PVC ou pedaço de régua escolar, ambos com 15 cm ou mais. É necessário lixar as pontas do fio para que haja o contato. A imagem a seguir apresenta o isolamento utilizado na antena.



Figura 4: Isolamento do fio da antena com pedaço de cano de PVC. Fonte: o autor.

Em nossa prática verificamos que o aterramento é mais relevante para o bom funcionamento do rádio de Galena do que o tamanho da antena. A estação de rádio AM deve estar na mesma cidade, pois o sistema não conta com alimentação elétrica e se a potência for baixa a recepção ficará comprometida.

O esquema a seguir ilustra a função de cada componente no circuito:

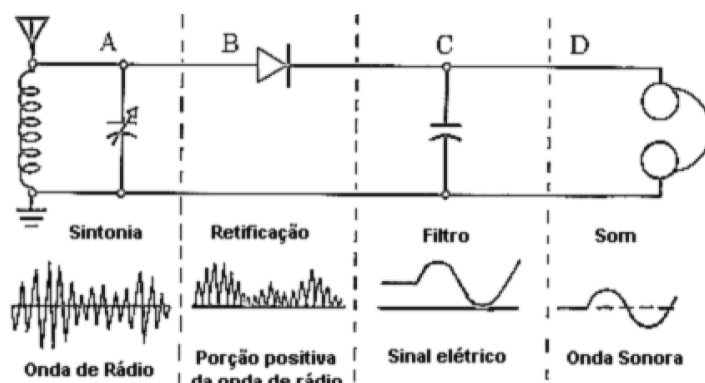


Figura 5, disponível em: <http://www.getec.cefetmt.br/~luizcarlos/Tele/Receptor%20AM%20FM/R%E1dio%20Galena.doc>

Utilizando como referência Figueiredo e Terrazzan (1987) para a construção do circuito denominado rádio de Galena obtivemos o resultado apresentado na figura 6.

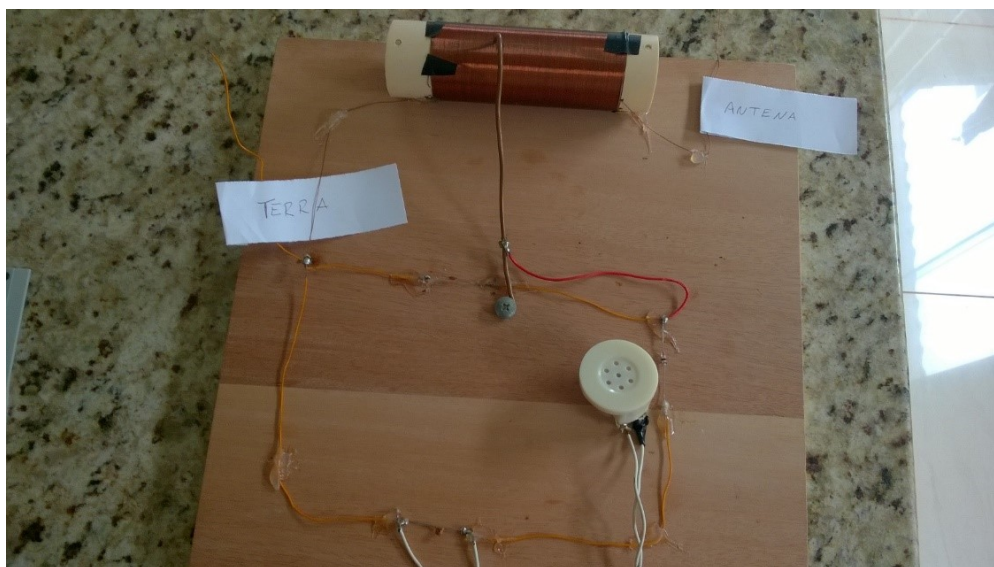


Figura 6: o rádio de Galena pronto para uso. Fonte: autor do texto

O contato com a bobina de ser feito pelo fio que é conectado ao diodo. Variando o número de voltas variamos a frequência de oscilação do circuito, se a frequência coincide com a frequência emitida pela estação de rádio haverá a sintonia da estação.

Atividades desenvolvidas e materiais necessários

Tabela 1: Detalhamento das atividades

Aula	Atividade desenvolvida	Conteúdo a ser explorado/ objetivos
1	Solicitação do trabalho escrito sobre o levantamento de informações: como eram as formas de comunicação há 100 anos atrás. Conversar com as pessoas mais idosas da comunidade. Trazer fotos de rádios antigos e se possível algum aparelho antigo.	Conhecimentos prévios dos alunos, senso comum. Buscar averiguar o que os alunos entendem sobre as telecomunicações.
2	Debate em sala sobre os tipos de comunicação utilizados por nossos antepassados. Como são as formas de comunicação nos dias atuais? Como o conhecimento contribui para o desenvolvimento da ciência? Apresentação no PowerPoint sobre os meios de comunicação atuais.	Desenvolvimento de questões e questionamentos que demonstrem a necessidade do conhecimento para o correto entendimento dos fatos.
3	Leitura do capítulo 30 GREF, <i>“Diferentes formas de comunicação.”</i>	Realizar as atividades referentes ao capítulo 30 do GREF. Apresentar o questionamento: é possível um rádio (aparelho) funcionar se uma fonte de alimentação elétrica?
4	O rádio de galena. Apresentação aos alunos do receptor de rádio AM, denominado rádio de Galena. Funcionamento do equipamento.	Problematização inicial sobre o estudo de ondas eletromagnéticas e ondas sonoras.
5	Levantamento e construção de uma tabela pelos alunos sobre ondas sonoras e ondas eletromagnéticas, exemplos do cotidiano dos alunos. O espectro eletromagnético.	Verificar e identificar os conceitos que os alunos detêm sobre ondas, se são capazes de caracterizar corretamente o que é uma onda eletromagnética e uma onda mecânica. (Ao final da SD, reaplicaremos a mesma questão) Apresentar o espectro eletromagnético aos alunos.
6	Ondas mecânicas. Aula prática com sistema massa-mola. Kit massa-mola da OBF.	Significação de conceitos sobre ondas mecânicas: período, frequência, amplitude. Serão realizadas medições e cálculos para a determinação do período, frequência e amplitude.
7	Leitura prévia do texto “Que tal um pouco de som” notícias sobre problemas auditivos provocados por fones de ouvidos e excesso de som, discussão em sala.	Ondas sonoras: propagação no meio, ondas transversais, longitudinais e tridimensionais. Ondas sonoras e a propagação do som no meio. Problemas de saúde provocados por exposição prolongada a ruídos altos e fones de ouvidos.
8	Atividade de simulação do Phet. <i>“Sound”</i>	Acústica: a propagação do som, interferência, reflexão e velocidade de propagação dependente

		do meio. Ausência da propagação do som no vácuo.
9	Ondas eletromagnéticas. Como funciona um alto-falante? Como é feita a conversão do sinal elétrico em onda sonora? Atividade prática, desmontando um alto-falante.	Corrente elétrica contínua e corrente elétrica alternada, noções básicas. Buscar questionar aos alunos como ocorre o funcionamento do alto-falante. Formular respostas através da manipulação prática e conhecimentos e conceitos de física. Questionar sobre a presença de um pequeno enrolamento de fio de cobre na base do cone móvel do alto-falante, qual sua função?
10	Campos magnéticos. Ímãs permanentes. Atividade prática utilizando ímãs, verificação de linhas de campo e polaridade. A inexistência do monopolo magnético. Atividade prática manipulativa. (ímãs, limalha de ferro).	Campo magnético. Linhas de campo. Ímãs permanentes.
11	Retomada de conceitos.	Aula expositiva, síntese e discussão sobre os principais conceitos estudados. Retrospectiva das atividades desenvolvidas.
12	Atividade prática. Experiência de Oersted. Comprovação experimental da Lei de Faraday-Lenz.	Campo magnético produzido por corrente elétrica. Fluxo magnético. Variação do fluxo magnético e a corrente elétrica induzida.
13	Atividade prática simulada: Lei da Indução eletromagnética.	Aula prática sobre a experiência de Faraday-Lenz. Verificação experimental da indução eletromagnética e relação entre a geração de energia elétrica através da transformação da energia mecânica.
14	Construindo um motor elétrico de corrente contínua. Utilizando pequenos motores e leds para a demonstrar a geração de energia. O princípio da conservação da energia.	Campo magnético produzido por ímã permanente. Motor elétrico e gerador elétrico. O princípio da conservação da energia. Atentar para a impossibilidade de geradores de energia infinita. (vídeos que circulam na internet e fazem grande sucesso)
15	Atividade de simulação do Phet <i>“Ondas de rádio e campos eletromagnéticos”</i> .	Propagação de uma onda eletromagnética no meio.
16	Atividade prática: blindagem eletromagnética e interferência de ondas eletromagnéticas utilizando um repetidor FM e rádio FM.	Frequência, comprimento da onda, eletromagnética, velocidade de propagação. Por que as estações de rádio transmitem em frequência distintas? O que significa kHz e MHz? Potência e alcance de uma onda.
17	Retomada, o espectro eletromagnético. Questões retiradas do GREF.	Avaliação de aprendizagem de conceitos significativos.

18	Produção de texto. Os alunos devem escrever uma carta a um amigo ou parente relatando como foram suas aulas no 2º bimestre de 2017 durante aplicação da SD. No texto solicitando a carta serão disponibilizadas palavras-chave que auxiliaram na produção.	Promover discussões sobre a física envolvida em uma estação de rádio, distribuição do sinal, captação, sintonia pelo radiouvinte e audição do som.
19	Avaliação das atividades, questionário de opinião dos alunos sobre o desenvolvimento da sequência didática em sala de aula.	Verificar se a SD facilitou o entendimento dos conceitos abordados e se as aulas desenvolvidas durante o período foram consideradas diferenciadas, significativas e produtivas aos alunos.

Tabela 2: Detalhamento dos materiais necessários para o desenvolvimento da SD

Aula	Conteúdo/Aula	Materiais	Tipo de atividade
01	Solicitação do trabalho escrito	Não há materiais específicos.	Individual
02	Tipos de comunicações	- Computador e Datashow. - Apresentação PowerPoint baseada no cap. 30 do GREF.	Individual
03	<i>Diferentes formas de comunicação. ”</i>	- Capítulo 30 GREF, impresso. - Páginas 114 a 120.	Individual
04	Apresentação do rádio de Galena.	- Há dois equipamentos montados e funcionando. - Verificar o funcionamento antecipadamente e se necessário gravar o rádio em funcionamento em Patos de Minas.	Grupo
05	Ondas eletromagnéticas e ondas mecânicas. O espectro eletromagnético.	- Elaborar uma tabela para ser preenchida pelos alunos listando os diversos tipos de ondas eletromagnéticas e ondas mecânicas. - Apresentar o espectro eletromagnético, impresso ou projetado por Datashow.	Grupo (4 ou 5 alunos)
06	Ondas mecânicas.	6 kits massa-mola OBF	Grupo (4 alunos.)
07	Leituras sobre o som: texto “Que tal um pouco de som” e reportagens alertando sobre a exposição	Impresso.	Individual

	excessiva a fones de ouvidos.		
08	Simulação: som.	• Laboratório de informática. • Disponibilizar roteiro para a orientação da atividade e questões anexas.	• Individual ou dupla.
09	Desmontando um autofalante.	• 5 alto falantes grandes. • Pedacos de fios • 5 pilhas AA	• Grupo (4 ou 5 pessoas)
10	Campos magnéticos.	• 4 a 6 ímãs e limalhas de ferro	• Grupo (4 ou 5 pessoas)
11	Retomada de conceitos	• Quadro e giz	• Individual.
12	A experiência de Oersted. A lei de Faraday-Lenz.	• 4 bússolas. • Fios • 4 pilhas AA • 2 multímetros digitais ou analógicos.	• Grupo (5 pessoas).
13	Prática simulada: Lei da Indução.	• Laboratório de informática.	• Individual ou dupla.
14	Construindo um motor elétrico de corrente contínua. Gerador elétrico, produzindo energia elétrica a partir de pequenos motores.	• 5 Leds brancos • 2 motores elétricos pequenos • Base de madeira • 4 ou 5 ímãs • 4 pilhas AA • Fio de bobina (AWG 28 ou 30)	• Grupo
15	Simulação, ondas eletromagnéticas e campos. Ressonância.	• Laboratório de informática • Roteiro com questões sobre a atividade	• Individual ou em duplas
16	Blindagem eletromagnética e interferência.	• 1 repetidor FM • 1 bateria de 12 V ou carregador de celular. • 1 rádio FM	• Grupo
17	Avaliação da aprendizagem	• Material impresso. • Questões extraídas do GREF	• Individual
18	Produção escrita sobre o desenvolvimento das atividades.	• Material impresso com descrição da atividade solicitada.	• Individual
19	Questionário	• Impresso. • Questionário com questões sobre a opinião dos alunos sobre a SD.	• Individual

Desenvolvimento das atividades

Utilizando o equipamento gerador², o rádio de Galena, as aulas foram estruturadas de maneira a abordar temas sobre ondas mecânicas, ondas eletromagnéticas e eletromagnetismo. A síntese dessas aulas é apresentada a seguir como referência aos professores que queiram utilizar a SD no ensino de Física baseado no real e coerente com a realidade do aluno. As atividades propostas são leituras, debates, produções de texto, experimentos práticos e simulações que objetivam a formação de conceitos significativos e valorizam a aplicação da ciência no dia-a-dia.

As comunicações e telecomunicações, motivação e problematização inicial (aula 1 a 4)

Os processos de modernização dos sistemas de comunicação ocorrem continuamente alinhados à necessidade de formas de comunicação mais rápidas, confiáveis e seguras. O que distingue a realidade vivida há meio século da realidade de nossos alunos de hoje são os recursos tecnológicos disponíveis.

O ponto de partida (aula 1) para as discussões é a ciência, em específico a Física, envolvida nos meios de comunicação. A atividade proposta é que os alunos investiguem através de entrevistas com as pessoas de mais idade como eram os meios de comunicação de antigamente, de modo que os resultados desta atividade produzam uma redação e posteriormente a discussão sobre o tema.

A valorização do debate entre os alunos diferencia consideravelmente as aulas ditas tradicionais das atividades programadas na SD. O professor deve conduzir a um direcionamento de que é necessário conhecer mais sobre o assunto, buscar mais informações, ler mais sobre o tema para compreender a ciência envolvida nas tecnologias de informação e comunicação presentes no dia-a-dia.

As atividades propostas para a aula 2 são imagens apresentadas em Power Point sobre as formas de comunicação e sua evolução durante a história da humanidade. Nesta atividade deve ocorrer uma síntese com relação aos debates da aula anterior.

² Consideramos a metodologia dos Três Momentos Pedagógicos de DELIZOICOV ; ANGOTTI e PERNAMBUCO (2002).

Na leitura do capítulo 30 do GREF, “*Diferentes formas de comunicação*”, correspondente a aula 3, almeja-se expandir novos horizontes do conhecimento com um texto de fácil leitura e linguagem acessível aos alunos. Como o assunto já faz parte das aulas de Física espera-se um interesse diferenciado na leitura e resolução das questões que são solicitadas ao final do capítulo. Em segundo plano a atividade do professor é preparar questionamentos que motivem e desafiem os aprendizes a buscar mais. As aulas 1, 2 e 3 são motivadoras e objetivam despertar o interesse pelo estudo do assunto. A questão central das atividades que seguem é apresentada aos alunos: é possível ouvir rádio (aparelho) sem que este esteja conectado a uma fonte de energia elétrica?

O rádio de Galena é apresentado aos alunos e conectado ao fio terra e a uma antena externa. Caso a escola esteja a uma distância superior a 20 km da estação de rádio a sintonia pode ser comprometida. O professor pode utilizar a alternativa em caso de comprometimento da sintonia ou como forma complementar apresentar um vídeo sobre o circuito denominado rádio de Galena e a demonstração de seu funcionamento. A descrição corresponde a aula 4.

O espectro eletromagnético (aula 5)

O espectro eletromagnético apresenta o resumo de ondas eletromagnéticas organizadas em ordem crescente dos comprimentos de ondas. As emissoras de rádio moduladas em AM emitem comprimentos de onda na casa do hectometro³ (100m) e a luz visível ao olho humano é compreendida entre 500 nm (nm = nanômetro = 10^{-9} m) e 700 nm. A capacidade humana de enxergar a radiação é muito limitada diante do largo espectro de ondas. A figura a seguir apresenta a faixa do espectro de ondas eletromagnéticas visível e as demais ondas que são invisíveis a olho nu.

³ Grafia conforme o S.I. (Sistema Internacional de Unidades), página 8. Disponível em: http://www.inmetro.gov.br/inovacao/publicacoes/si_versao_final.pdf

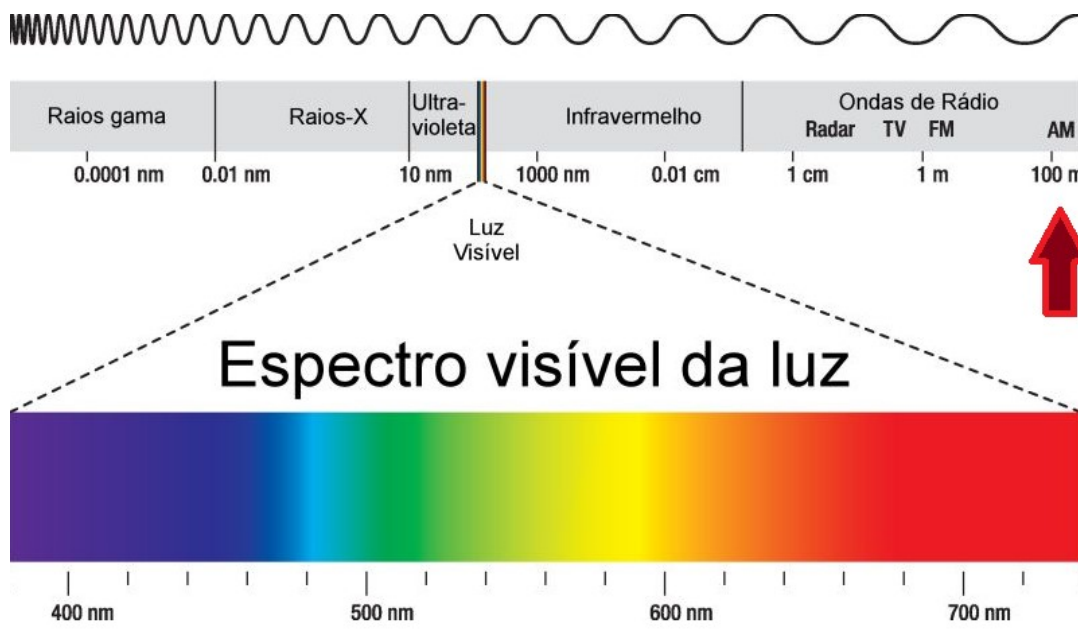


Figura 7. O espectro eletromagnético. Disponível em: <http://www.infoescola.com/fisica/espectro-eletromagnetico/>

A atividade a ser desenvolvida pelos alunos é construir uma tabela listando ondas mecânicas e ondas eletromagnéticas, sem que haja uma explicação por parte do professor, apenas das informações e opiniões que eles detêm. Ao final da aula deve ocorrer a exibição do vídeo: Eletromagnetismo - Espectro Eletromagnético⁴, com duração de 10 minutos e 58 segundos. O vídeo apresenta exemplos de ondas eletromagnéticas e as relações dimensionais entre seu comprimento de onda com ordens de grandeza em potência de 10.

As atividades sobre o espectro eletromagnético são programadas para aula 5.

Ondas mecânicas (aula 6)

No estudo de ondas mecânicas enfatizamos a significação dos conceitos básicos como frequência, período, amplitude e oscilação.

Os materiais necessários para desenvolver a atividade são: molas, cronômetro e alguns pesos e um suporte com régua. Será utilizado o kit desenvolvido para a verificação experimental da lei de Hooke, elaborado pela SBF (Sociedade Brasileira de Física) que

⁴ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=-C2erXakQIQ>

foi distribuído para algumas escolas que participam da Olimpíada Brasileira de Física⁵. Caso o professor não tenha o kit específico pode utilizar molas de caderno para o experimento. Também há a possibilidade de realizar o experimento com um pêndulo que pode ser uma borracha (ou objeto de outro material) amarrada em um fio.

O objetivo é trabalhar a análise de movimentos oscilatórios com o sistema massa-mola.



Figura 8: Sistema massa mola elaborado pela SBF. Fonte: autor do texto.

Abordar questões como:

- Qual o tempo necessário para que ocorram 20 movimentos de descida e subida? (encontrar o valor médio); qual o tempo para que ocorra um movimento completo de subida e descida?
- Como é chamado esse movimento?
- Em um segundo, quantos movimentos ocorrem? Como fazer esta conta?
- Discutir questões como: o que ocorre como movimento se a massa for dobra? Uma mola diferente tem comportamento igual? O que mudou.

⁵ <http://www.sbfisica.org.br/v1/olimpiada/2016/>

- e) Utilizando outra mola, disponibilizada no kit, qual o tempo para que ocorram 20 oscilações? Qual a frequência? Compare seus resultados desta questão com os resultados obtidos na questão a).

Explorar os conceitos de período, frequência, comprimento de onda, velocidade de propagação, amplitude e suas unidades. Construir e discutir sobre a representação gráfica do movimento do sistema massa mola.

A propagação do som no meio (aula 7)

A atividade sobre o estudo da propagação do som inicia-se com a leitura do texto: “Que tal um pouco de som?” Tanto o texto utilizado na aula quanto as questões foram retiradas do livro GREF e apresentam uma abordagem mais conceitual com ênfase em questões aplicáveis de ciência no dia-a-dia do estudante. Há aplicações diretas de cálculos, como frequência e comprimentos de ondas, porém não estão como prioritários. A formação de conceitos e estratégias para o entendimento dos fenômenos pode facilitar o entendimento do evento que tradicionalmente é apenas descrito pelo professor.

O texto “Que tal um pouco de som?” e as questões desenvolvidas nesta atividade podem ser consultadas na dissertação no tópico referente a aula 7.

Atividade prática simulada sobre a propagação do som (aula 8)

A simulação *sound*⁶, possibilita ao aluno verificar como ocorre a propagação da onda sonora, visualizando a projeção da vibração se propagação em diferentes meios com o recurso de variar a amplitude e frequência da fonte sonora. Conceitos como interferência e reflexão de ondas podem ser experimentados virtualmente com o uso do computador. O uso da atividade simulada complementa a aula 7 e aplica conceitos como frequência, período, amplitude e velocidade de propagação.

⁶ Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/sound

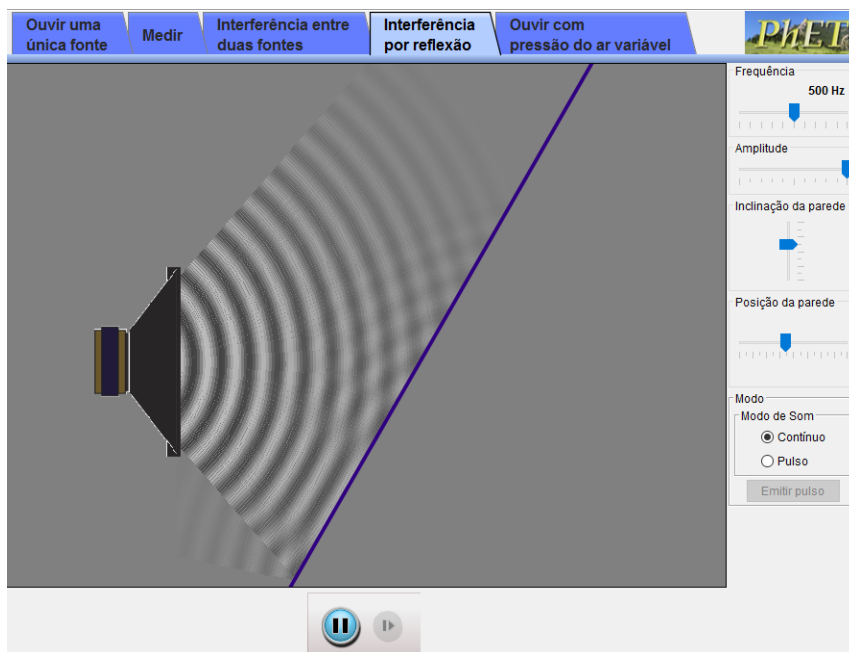


Figura 9: Simulação da propagação do som. Fonte: Phet Colorado.

Roteiro para aula prática sobre a propagação do som.

Atividade prática simulada.

Utilizando o recurso do simulador Phet Colorado, iremos explorar algumas aplicações dos conceitos trabalhados durante a atividade experimental sobre ondas mecânicas. Esta aplicação é executável utilizando a plataforma Java, sendo um *Java Applet* que funciona com acesso direto a internet com utilização do aplicativo no site oficial ou pode ser instalado em cada máquina desde que tenha uma versão do Java.

Partindo então para a parte de experimentação com o simulador. Faça as anotações em uma folha de papel.

Faça o desenho das ondas que são propagadas em cada aba. Verifique o que ocorre, por exemplo quando aumentamos a frequência e aumentamos ou diminuimos a amplitude.

Aba 1. Ouvir uma fonte:

Faça o desenho de como onda se propaga no meio.

Aba 2. Medir:

Varie a frequência e observe o que ocorre. Se a velocidade de propagação depende do meio e na simulação ela permanece constante então o que é a variação na distância entre os pontos mais escuros e claros. Utilize a tecla pause // e com auxílio da régua faça a medição entre esses pontos claros e escuros. Escolha duas medidas de frequência e anote, faça em seguida a medida entre os pontos claros e escuros.

Aba 3. Interferência entre duas fontes.

Indique em que situação do seu dia-a-dia ocorre interferência entre fontes sonoras. Qual seria a representação da interferência?

Aba 4. Interferência por reflexão.

A posição do anteparo interfere no padrão da reflexão? Como? Descreva.

Aba 5. Ouvir com pressão do ar variável.

O som precisa de um meio físico para se propagar. Varie a pressão e observe o que ocorre. Retire o ar da caixa e veja o que ocorre. A simulação é coerente com o texto “Que tal um pouco de som”. Explique.

O professor pode promover um debate sobre os riscos do uso de fones de ouvidos por tempo prolongado e volume alto. É importante também lembrar do uso obrigatório de EPIs (Equipamentos de proteção individual) que visam minimizar os efeitos à exposição degradante ou de risco à saúde. A aula de Física pode transcender os portões da escola e contribuir para a formação de pessoas que tenham acesso a informação e a usem em seu benefício.

Ondas eletromagnéticas e o funcionamento de um alto-falante (aula 9)

A questão proposta como problema no início da aula: Como as ondas eletromagnéticas se transformam em ondas mecânicas? E o alto-falante, como funciona?

Essa transformação é realizada no alto-falante, sendo necessária a investigação e o emprego que conceitos já estudados e novos questionamentos devem surgir sobre a relação ondas eletromagnéticas e o som.

Após uma descrição e estudo de como o som se propaga no meio, as relações entre a velocidade de propagação, frequência, comprimento de onda, chegamos a questão:

como o som é produzido no alto-falante? Do que é feito um alto-falante? O que causa o movimento da parte interna do alto falante? Essas questões podem ser apresentadas como problemas pelos alunos. Nesta aula prática manipulativa apresentar alguns alto-falantes de diversos tamanhos, que podem ser usados ou destinados ao descarte.

O professor deve mediar as discussões e organizar a atividade prática de maneira que as respostas surjam através da experimentação e manipulação dos objetos. As hipóteses apresentadas pelos alunos devem ser conduzidas pelo professor à formulação de respostas corretas.

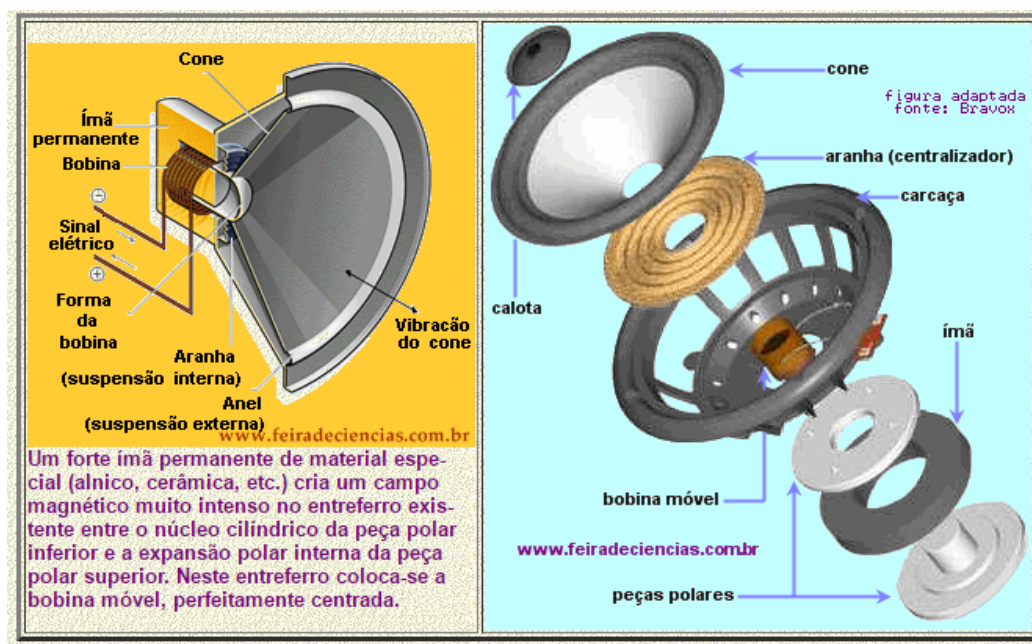


Figura 10. Esquema de funcionamento de um alto-falante. Fonte: http://www.feiradeciencias.com.br/sala15/15_44.asp

O alto-falante como apresentado na figura 10, é composto de bobina, ímã permanente, cone (parte interna móvel), moldura e armação metálica. O sinal em forma de corrente elétrica chega à bobina e induz na mesma o campo magnético. Observando a figura 10, verifica-se que a bobina se encontra dentro de um forte ímã permanente e que a bobina é fixada ao cone (geralmente de papel). Conforme comprovado por Faraday-Lenz, a variação do fluxo magnético induz corrente elétrica.

Após as considerações dos alunos, surgem novas perguntas que são necessárias de investigação para compreender o que de fato ocorre no processo, como interagem os

campos magnéticos? O que é polaridade magnética e linhas de campo? Como ver e comprovar as linhas de campo magnético?

Campos magnéticos permanentes e linhas de campo magnético (aula 10)

A aula prática manipulativa pretende apresentar a inexistência de um monopolo magnético (Leis de Maxwell do eletromagnetismo), linhas de campo e as interações entre campos magnéticos. O professor pode discutir a relação campo e força.

O alto-falante desmontado na aula anterior é composto por um ímã permanente e um eletroímã e os demais itens já descritos. Utilizamos o ímã e algumas unidades de neodímio (ímã permanente) e limalha de ferro ou pó de ferro. Para produzir o pó de ferro que substitui a limalha, utilizamos a palha de aço após queimá-la. O resultado é um pó fino que será utilizado para demonstrar as linhas de campo magnético.

A atividade prática consiste em dispor alguns ímãs sobre uma mesa e acima destes colocar uma folha de papel. Ao lançar o pó de ferro as linhas de campo magnético orientam a distribuição dos pequenos fragmentos de ferro e reproduzem a orientação das linhas de campo.

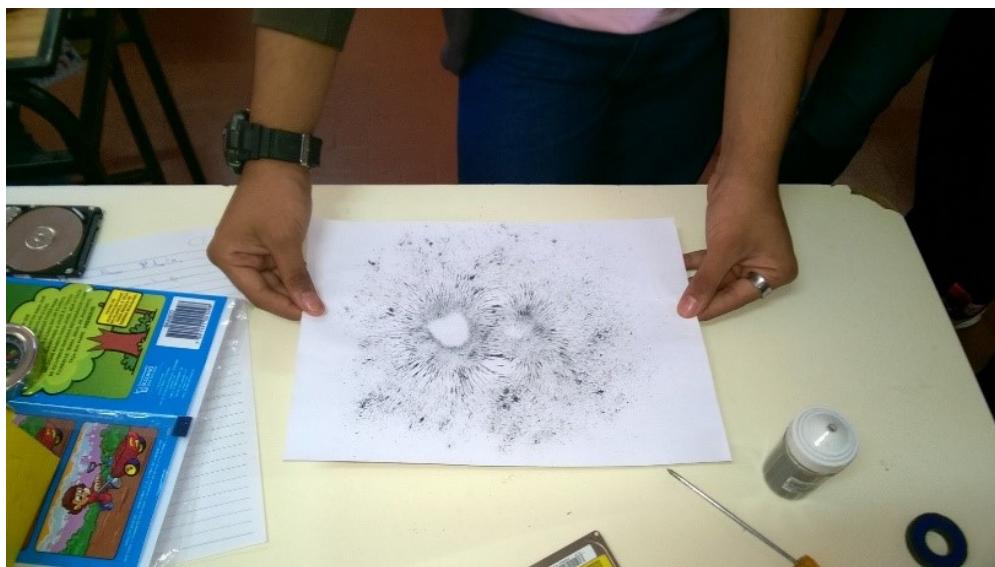


Figura 11: Atividade prática sobre linhas de campo magnético. Fonte: próprio autor.

A questão é a possibilidade de interação, uma vez que a necessidade de conhecer mais deve partir do aluno, que faz perguntas, e cabe ao professor conduzir os

questionamentos para que a observação e a realização da experiência possibilitem ao estudante descobrir respostas. Na aula expositiva o professor impõe ao ambiente o seu ritmo e diz o que o aluno tem que saber, o que facilmente diverge com o que ele quer saber.

Retomada de conceitos (aula 11)

Ao desenvolver uma quantidade significativa de conceitos é necessário sintetizá-los de maneira prática e organizada. O presente trabalho não desvaloriza o mérito de aulas expositivas, tanto que utiliza desta para organizar e esquematizar os conceitos estudados. As inúmeras possibilidades que o professor tem para trabalhar em sala devem ser exploradas e diversificadas durante sua prática, pois o problema é a exclusividade de um método.

A experiência de Oersted e Faraday-Lenz. (aula 12)

A experiência de Oersted é presente nos livros didáticos através de imagens e da descrição do experimento. Consideramos que o aluno é responsável pelo processo ensino-aprendizagem e que as atividades de manipulativas são necessárias neste contexto.

Faz-se necessário expor que os estudos de eletricidade e magnetismo eram conduzidos isoladamente, sendo que sua estreita ligação era desconhecida pelos estudiosos da época. Oersted verificou que a passagem de corrente elétrica em um fio metálico provocava interferência na bússola, concluindo assim que ao submeter o fio a corrente elétrica surgia campo magnético.

Para o desenvolvimento dessa atividade são necessárias algumas bússolas, fio, suporte com pilhas. A montagem pode ser feita utilizando cadernos com espiral como suporte para tensionar o fio. A figura a seguir demonstra a montagem realizada em sala pelos alunos.

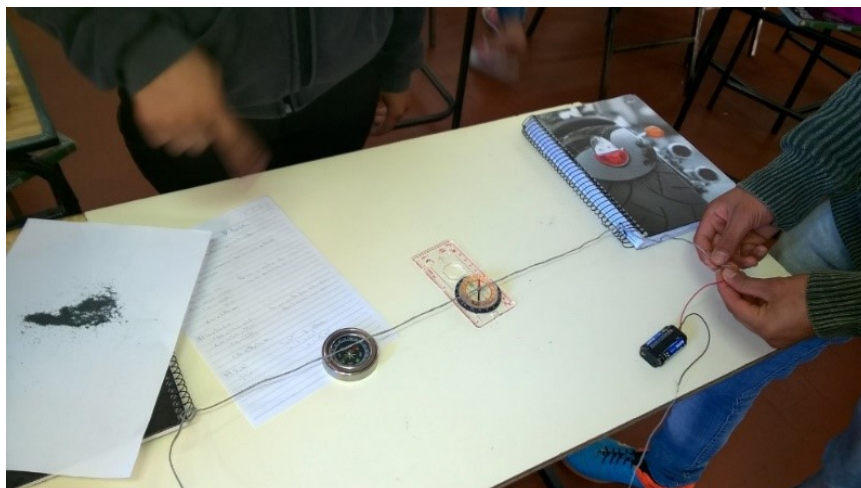


Figura 12: Montagem da experiência de Oersted. Fonte: próprio autor.

Nesta mesma aula podemos explorar a indução eletromagnética. Utilizando um fio esmaltado ou encapado é possível verificar experimentalmente a lei de Faraday-Lenz, conhecida como princípio da indução eletromagnética. É necessário um enrolamento com aproximadamente 50 espiras, um ímã de neodímio e um multímetro. Variando o fluxo magnético dentro ou próximo às espiras, tendo o multímetro conectado em suas extremidades é possível verificar a diferença de potencial (a medição deve ser feita em paralelo, já que a medição de corrente deve ser em série).

Para demonstrar aplicação desses conhecimentos, sugerimos apresentar aos alunos o motor elétrico de corrente contínua. Sua construção será realizada na aula 14 como aplicação do conhecimento.

Atividade prática simulada: Lei de Faraday (aula 13)

A simulação “Lei de Faraday”⁷ permiti ao professor desenvolver uma atividade investigativa e de aplicação dos conhecimentos trabalhados na aula prática empírica. Nesta atividade não é disponibilizado roteiro prático para os alunos, apenas questões para que fossem respondidas de acordo com a simulação. O que ocorre quando movemos o ímã próximo à bobina? A testar variações no número de voltas na bobina, distância e

⁷ Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/faradays-law

polaridade do ímã, o que ocorre? Que conclusões você chegou? Faça uma síntese do experimento simulado.

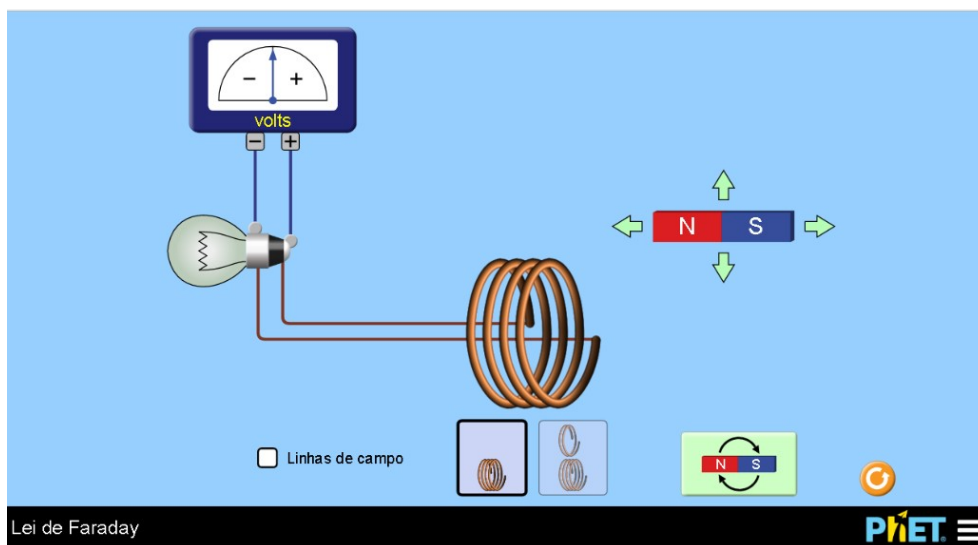


Figura 13: Simulação Lei de Faraday. Fonte: Phet Colorado.

A atividade coloca o aluno como peça central no processo de ensino-aprendizado, não há roteiro definido, apenas perguntas, embora de baixa complexidade na elaboração das respostas é uma oportunidade de testar as considerações decorrentes da aula prática sobre a Lei de Faraday-Lenz. O professor conduz a formulação de conceitos, na observação durante a atividade verifica-se que os alunos compreendem a situação, mas apresentaram dificuldades para a síntese e elaboração escrita do que entenderam, surgindo afirmações: “eu entendi sobre a Lei de Faraday, mas tenho dificuldade em escrever”.

Construindo um motor elétrico de corrente contínua. (aula 14)

O objetivo desta aula é construir um motor elétrico de corrente contínua.



Figura 14: Motor elétrico de corrente contínua. Disponível em <https://ramec.mec.gov.br>

Os materiais necessários para a construção do motor elétrico de corrente contínua são:

- Dois pedaços de fio rígido de qualquer bitola (dimensão em milímetros: 1,5 ou 2,5 são mais indicados, pois são mais maleáveis) ou 2 clips de papel, de preferência grandes.
- 2 metros de fio de bobina, tipo AWG (fio de enrolamentos de motores). Este fio deve ser esmaltado. Se for muito fino não suporta o peso da espira e se for muito grosso dificulta o giro.
- Um pedaço de ímã (pode ser retirado de alto-falantes ou HD de computadores, sendo que o ímã de HD apresenta campo magnético mais intenso)
- Suporte com pilhas ou carregador de celular que esteja funcionando, porém fora de uso.

Enrole o fio de bobina em um tubo de pvc ou uma pilha grande para obter espiras semelhantes utilize de 10 a 20 voltas. Em seguida use as pontas dos fios para fazer um eixo que seja simétrico ao diâmetro. Lixe uma das pontas totalmente e a outra lixe apenas a metade do fio.

Faça um suporte com o fio rígido ou clip de papel conforme a figura 14. Agora falta apenas colocar o ímã abaixo de sua espira e verificar em qual posição ele provoca um leve movimento. É necessário começar o movimento ou com sopro sob a espira ou um leve toque com a mão para que o movimento contínuo ocorra.

Discutir como ocorre o movimento. A fonte alimenta a espira criando um campo magnético, como ocorre então o giro? Se invertermos os lados da espira o movimento de giro será o mesmo? E inverter a polaridade da fonte? E invertendo a polaridade do ímã? E o que diz a lei de Faraday-Lenz?

O professor deve fazer a conexão entre os temas de eletromagnetismo estudados necessários para compreender o funcionamento do rádio de Galena e a produção do som pelo alto-falante. Para a compreensão do funcionamento do rádio de Galena, desde a sintonia até a audição do som, é necessário compreender de onde vem a corrente elétrica responsável pela alimentação do alto-falante. Como uma rádio (estação) transmite sua programação? O que são ondas eletromagnéticas?

Atividade prática simulada: “Ondas de rádio e campos eletromagnéticos” (aula 15)

Utilizar a simulação: “*Ondas de rádio e campos eletromagnéticos*”⁸. Este recurso possibilita a visualização da geração da onda eletromagnética da estação de rádio e sua propagação no meio.

Os conceitos que foram estudados como propagação de ondas eletromagnéticas no meio, frequência, comprimento de onda, amplitude, corrente elétrica pode ser explorada e os significados atribuídos pelos alunos verificados na simulação.

Qual a diferença entre rádio AM e FM? Como forma de ampliar os conhecimentos e aplicações a sugestão é a leitura do material do GREF capítulo 32: *Rádio ouvintes*⁹. O material referente ao capítulo 32 do GREF apresenta um texto de fácil leitura e sugere a construção do rádio de Galena conforme desenvolvemos neste trabalho e apresenta conceitos sobre a blindagem eletrostática, tema que será abordado na próxima aula.

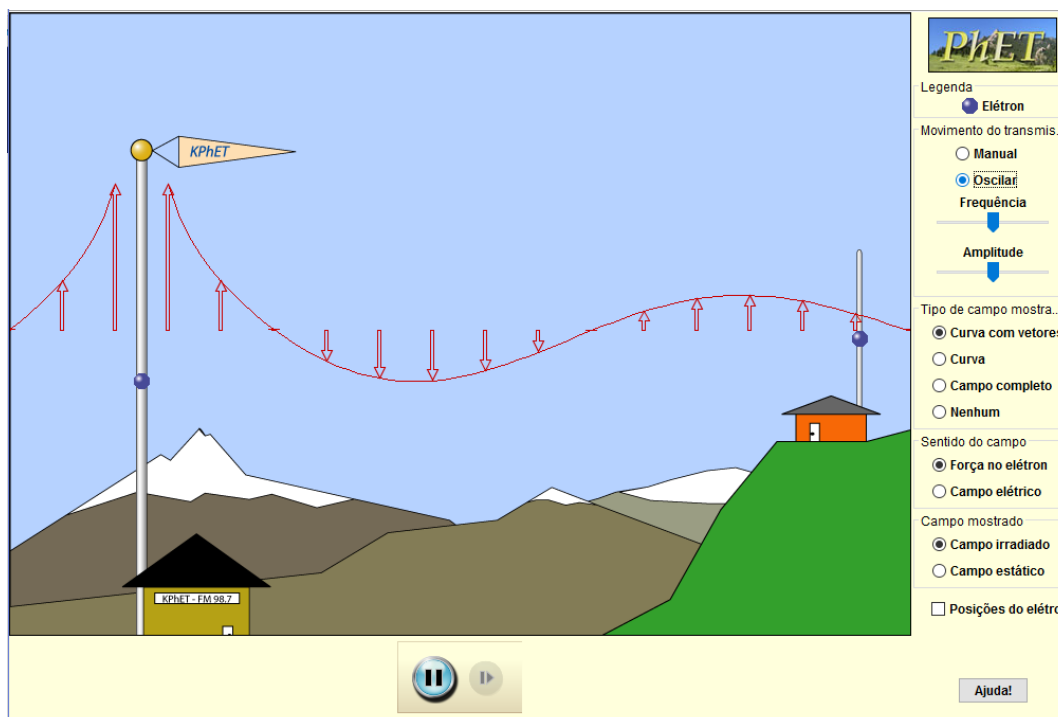


Figura 15: Simulação da propagação de uma onda de rádio. Fonte: Phet Colorado.

Blindagem eletrostática e interferência de ondas eletromagnéticas (aula 16)

A atividade proposta consiste em simular a interferência em ondas de rádio FM e verificar experimentalmente a relação entre a distância da fonte emissora e o aparelho

⁸Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/radio-waves.

⁹ Disponível em: <http://www.if.usp.br/gref/eletro/eletro5.pdf>.

receptor. É necessário um repetidor FM, uma fonte de alimentação 12V (utilizamos uma bateria de 12V e 5A), uma caixa de papelão, papel alumínio e um rádio que capta FM.

Deve ser utilizado o papel alumínio de maneira a envolver todo o rádio, porém com o cuidado de não manter o contato entre o papel e a antena. A opção de envolver uma caixa de papelão com o papel alumínio evita o contato entre a antena e o papel alumínio. O papel alumínio ou outra superfície metálica reflete as ondas eletromagnéticas evitando assim que elas sejam captadas pela antena do rádio. Este experimento é conhecido como blindagem eletromagnética e é um experimento simples de fácil acesso.

No experimento os alunos podem sintonizar uma estação de rádio conhecida e utilizar o repetidor para transmitir a mídia contida em arquivo conectado no repetidor de modo a provocar a interferência entre as ondas. O rádio (aparelho) deve reproduzir com interferência a estação selecionada, ao distanciar o repetidor FM do rádio a interferência diminui até cessar. Ao redefinir a frequência emitida pelo repetidor os alunos podem fazer a sintonia da estação livres de interferências.



Figura 16 e 17: repetidor FM emitindo em 102,6 MHz e rádio (aparelho) sintonizado na frequência do repetidor.

Logo, deve ficar evidente que cada estação de rádio nas cidades deve ter frequência distinta. O alcance de cada estação depende diretamente da potência de transmissão e é influenciada por aspectos geográficos do relevo. As questões que surgem decorrentes desta aula são: por que as antenas de emissoras de rádio e televisão geralmente são colocadas em locais de maior altitude? Quais os riscos que as estações “piratas” podem oferecer?

Retomada: o espectro eletromagnético (aula 17)

Nesta aula, o espectro eletromagnético e os diversos tipos de radiações constituem o foco principal da atividade. Os alunos devem refazer a mesma atividade que realizaram na aula 5, em que deveriam dividir uma folha em duas partes e inserir as diversas ondas que fazem parte do dia-a-dia, classificando-as em ondas mecânicas ou ondas eletromagnéticas.

Produção de texto sobre o rádio de Galena e as ondas eletromagnéticas (aula 18)

Os alunos deverão produzir um texto em forma de carta a um parente ou amigo relatando como foram as aulas de Física. A produção inicia-se em sala e pode ser finalizada em casa. A questão central é que o aluno apresente o máximo de informações relevantes sobre as atividades, como forma de estruturar e auxiliar o desenvolvimento da atividade, uma breve explanação da atividade que o aluno deve realizar e algumas palavras-chave para auxiliá-lo na organização do texto. A atividade encontra-se a seguir:

Prezado aluno, o objetivo desta atividade é redigir um texto sobre o tema ondas eletromagnéticas e o rádio de Galena. Para facilitar seu trabalho algumas palavras são sugeridas (não significa que seu texto deve conter todas as palavras a seguir) como forma de orientar seu texto. O texto pode ser na forma de carta (imagine que você está escrevendo a um amigo ou colega sobre nossas aulas). Coloque a maior quantidade de informação possível sobre os conceitos que estudamos durante o 2º bimestre. Não copie da internet, sobre o que você estudou. Faça conforme sua compreensão sobre os diversos assuntos que estudamos. Confio na dedicação de vocês em mais uma atividade relacionada à pesquisa em desenvolvimento na escola. As palavras sugeridas são:

Rádio de Galena, Propagação, frequência, comprimento de onda, interferência, ondas sonoras, ondas mecânicas, vibração, circuito, antena, velocidade de propagação, fase, rádio (aparelho), estação de rádio, sintonia, blindagem eletrostática, AM (amplitude modulada), vácuo, campo magnético, alto-falante, som, simulação, Lei de Faraday-Lenz, Experiência de Oersted, bússola, linhas de campo, limalha de ferro, telecomunicações.

Considerações finais

As atividades propostas aos alunos mudam a rotina da escola e desmistificam a ideia de que a Física é algo distante da realidade. Os experimentos e as simulações exploram a curiosidade, a parte lúdica da ciência, as leituras retiradas do GREF (1993) têm uma linguagem acessível e priorizam o entendimento de conceitos. A Física que reprova e exige cálculos complexos, tida como a matéria mais difícil do ensino médio, pode dar lugar a uma Física da realidade vivenciada pelos alunos. Ou seja, uma ciência na qual os conceitos são formados a partir de atividades diversas, como experimentações, simulações, exploração sistemática de textos, levando em consideração o conhecimento do cotidiano, o qual é importante, conforme Vygotsky (1998), no desenvolvimento de conceitos científicos.

O professor, nesse processo de ensino-aprendizagem, é um gestor que media o conhecimento através do diálogo. Os alunos, para conseguirem resolver um dado problema ou para compreender o funcionamento dos objetos tecnológicos, recorrem ao conhecimento científico. A motivação em aprender surge das atividades orientadas pelo professor/pesquisador. O ensino praticado prioriza o aprendizado de conceitos, possibilitando o crescimento e desenvolvimento cognitivo dos alunos.

As diversas atividades em duplas ou grupos e as intervenções do professor favorecem o desenvolvimento, considerando a Zona de Desenvolvimento Proximal de Vygotsky (1998) onde as intervenções e auxílio dos mais capacitados pode promover o desenvolvimento. Foi observado que alguns alunos apresentam melhor desenvolvimento quando realizam atividade em grupos e contam com auxílio de colegas que apresentam maior domínio sobre o assunto.

O aprendiz, através das atividades planejadas e estruturadas na SD, constrói o significado dos conceitos. Ocorre que o ensino em modo tradicional, aulas apenas expositivas e com foco em resolução de cálculos, não forma conceitos, apenas técnicas de resolução de problemas de aplicação.

Enfim, buscamos desenvolver um produto de pesquisa que esteja em consonância com os anseios da comunidade escolar, por aulas diferenciadas e mais atrativas, e que possa ser explorado em escolas mesmo sem investimentos em recursos para laboratórios.

O ensino proposto pela SD aborda conteúdos de ondas mecânicas, eletromagnéticas e eletromagnetismo conforme é previsto nos documentos normativos da educação básica.

Referências

- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J.P.; PERNAMBUCO, M.M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002 (Coleção Docência em formação).
- FIGUEIREDO, A.; TERRAZZAN, E. **Revista Ensino de Ciências**. nº17. 1987. Disponível em: http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=rec&cod=_olaboratorioemcasaradio- Acesso em: junho 2016
- REF. **Física**. 3 volumes. São Paulo: EDUSP, 1993. Disponível em: <http://www.if.usp.br/gref/pagina01.html>
- PHET. **Simulações Interativas da Universidade de Colorado**. Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/
- VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 6ª ed. São Paulo. Martins Fontes. 1998.

Bibliografia Consultada

- ARAÚJO, M.S.T.; ABID, M.L.V.S. **Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades**. Revista Brasileira de Ensino de Física. V. 25, n 2, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v25n2/a07v25n2> Acesso em março. 2016
- AUTH, M.A.; BASTOS, F.P. MION, R.A.; SOUZA, C.A.; FOSSATTI, N.B.; SPANNEMBERG, E.G.; WOHLMUTH, G. **Prática educacional dialógica em física via equipamentos Geradores**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v.12, 1995.
- BONADIMAN, H.; AXT, R.; BLUMKE, R.A.; VINCENSI, G. **Difusão e popularização da ciência. Uma experiência em Física que deu certo**. XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física. 2004. Disponível em: http://www.cienciamao.usp.br/dados/snef/_difusaoepopularizaodac.trabalho.pdf Acesso em: março 2016
- BRASIL, MEC, **Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica**: MEC, SEB, DICEI, 562p., 2013.
- _____. **PCN+ ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Vol. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC/Semtec, 2005.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J.P. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 1992. 2ª. ed. (Coleção Magistério 2º grau. Série formação do professor).
- GEHLEN, S.T.; AUTH, M.A.; AULER, D. **Contribuições de Freire e Vygotsky no contexto de propostas curriculares para a Educação em Ciências**. Revista Electronica de Ensenanza de las Ciencias vol. 7, nº1. 2008.
- HECKLER, V. **Uso de simuladores e imagens como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de ótica**. 2004. 229f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física). Instituto de Física. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2004.

HOHENFELD, D. P. **As tecnologias de informação e comunicação nas aulas de Física do ensino médio: uma questão de formação.** 2008. 120f. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências). Instituto de Física. Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana. Salvador. 2008.

MARTINS, J.C. **Vigotski e o papel das interações sociais na sala de aula: reconhecer e desvendar o mundo.** Disponível em: http://www.crmariocovas.sp.gov.br/dea_a.php?t=002. Acesso em jun. 2016.

MION, R.; ANGOTTI, J. A. P. Equipamentos Geradores e a Formação de Professores de Física. In: **Prática de Ensino de Física.** ANGOTTI, J. A. P.; REZENDE JUNIOR, M. F. (Orgs.). Florianópolis: Laboratório de Ensino de Física à Distância, 2001. p. 91-116.

VALENTE, J.A. **Por Quê o Computador na Educação?** Campinas. Unicamp. 1993. Disponível em: http://www.ich.pucminas.br/pged/db/wq/wq1_LE/local/txtie9doc.pdf