

# Ondas Mecânicas e Eletromagnéticas

PROPOSTAS DE ATIVIDADES PARA UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Jean Alves Silveira

| Orientadora: Fernanda Keila da Silva | Coorientador: Tersio Guilherme de Souza Cruz

Silveira, Jean Alves

Ondas mecânicas e eletromagnéticas: propostas de atividades para uma aprendizagem significativa / Jean Alves Silveira. -- 2019.

66 f. : 30 cm.

Produto Educacional (mestrado)-Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba, Sorocaba

Orientadora: Profa. Dra. Fernanda Keila Marinho da Silva; Prof. Dr. Tersio Guilherme de Souza Cruz

Banca examinadora: Profa. Dra. Fernanda Keila Marinho da Silva, Profa. Dra. Adriana de Oliveira Delgado Silva, Prof. Dr. Arian Paulo de Almeida Moraes

Bibliografia

1. Unidade de Ensino Potencialmente Significativa. 2. Ondas Mecânicas. 3. Ondas Eletromagnéticas. I. Orientador. II. Universidade Federal de São Carlos. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pelo Programa de Geração Automática da Secretaria Geral de Informática (SIn).

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecária Responsável: Maria Aparecida de Lourdes Mariano – CRB/8 6979

# ONDAS MECÂNICAS E ELETROMAGNÉTICAS

Propostas de atividades para uma  
aprendizagem significativa

Apoio  
CAPES

Jean Alves Silveira

Orientadora: Fernanda Keila Marinho da Silva

Coorientador: Tersio Guilherme de Souza Cruz

## Agradecimentos

À direção da Escola Estadual Prof. Paulo Chaves por abraçar a aplicação do projeto na escola, e aos alunos que foram fundamentais para realização das atividades, demonstrando dedicação e apoio ao longo de todo o projeto.

À orientação concedida pela Professora Fernanda Keila Marinho da Silva e pelo Professor Tersio Guilherme de Souza Cruz, em cada fase deste projeto.

Este trabalho também contou com apoio financeiro por meio de concessão de bolsa de estudo da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) -Código de Financiamento 001.

## Sumário

Agradecimentos .....	3
Apresentação .....	5
A Aprendizagem Significativa e o desenvolvimento de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa .....	7
1- Levantamento de ideias sobre ondas mecânicas e eletromagnéticas .....	10
2- Experimentos investigativos: construção de conceitos iniciais .....	15
3- Conceitos fundamentais de elementos da onda .....	19
4- Ondas: o caso dos terremotos.....	25
5- Avaliação somativa individual.....	34
6- Atividade colaborativa de pesquisa .....	36
7- Mapas Conceituais .....	37
8- Tubo de Kundt.....	41
9- Ondas eletromagnéticas: estabelecendo conceitos.....	43
10- Leitura dos textos “Ondas eletromagnéticas - Luz e cores: ‘simplesmente’ ondas eletromagnéticas”, “Espectro eletromagnético” e “AM e FM” com resolução de exercícios selecionados .....	48
11- Experimentos: de Oesterd, um eletroímã caseiro e o rádio de galena.....	53
12- Avaliação de ondas mecânicas, eletromagnéticas e avaliação das aulas .....	63
13- Atividade extra: Uma proposta para uma abordagem histórica do rádio .....	66
Considerações Finais.....	68
BIBLIOGRAFIA .....	69

## Apresentação

Professor, este material é um apoio às suas aulas. Buscamos aqui alinhar a teoria de Aprendizagem Significativa desenvolvida por David P. Ausubel, com grandes contribuições desenvolvidas pelo professor Marco Antonio Moreira. Este material foi testado em sala de aula, de uma escola da rede pública do Estado de São Paulo.

Neste material são abordados os conceitos de ondas mecânicas e eletromagnéticas, pois, apesar de ambos o mesmo assunto, existe em geral uma dicotomia quando estes conteúdos são trabalhados em sala de aula, já que em alguns sistemas de ensino são apresentados aos alunos em bimestres diferentes ou até mesmo, em anos diferentes. Além disso, é também perceptível que os alunos não conseguem fazer uma associação entre o conteúdo de ondas eletromagnéticas e ondas mecânicas. Para os alunos, aparentemente, é como se o conteúdo de ondas eletromagnéticas fosse algo completamente novo e sem nenhuma ligação com ondas mecânicas. Essa percepção torna a aprendizagem algo difícil, portanto, buscamos aqui diminuir essa distância.

Sendo assim, dentre as diversas teorias de aprendizagem, decidimos utilizar Aprendizagem Significativa de Ausubel, que pressupõe que o conteúdo novo aprendido pelo aluno irá se integrar ao conhecimento que ele já possui e, a partir deste momento, será possível construir novos conhecimentos.

Portanto, aqui você encontrará sugestões de como ministrar aulas dentro de uma sequência didática em que possui um potencial de ocorrer a Aprendizagem Significativa. Você verá ideias de experimentos, textos e avaliações que foram desenvolvidos para que o aluno alcance uma Aprendizagem Significativa.

Estas sugestões são modelos de aula em formatos de apresentação, experimentos e leitura de textos. Cada uma das apresentações está disponível para realizar download no endereço: [https://drive.google.com/open?id=1o7-W\\_k4h4nqybz5-vHlyTWWH-ZpDbISu](https://drive.google.com/open?id=1o7-W_k4h4nqybz5-vHlyTWWH-ZpDbISu), o título das apresentações segue a ordem deste livro.

Professor, o intuito é disponibilizar as apresentações abertas\* para que possam ser usadas ou modificadas de acordo com a tua necessidade. No entanto, caso queira apenas reproduzir as atividades, a leitura deste livro será útil, pois

---

\* Todas as imagens utilizadas neste trabalho possuem licença livre para reutilização grátis, mesmo que seja para uso comercial e não é requerida atribuição, por possuírem licença *CCO Creative Commons*. As imagens foram retiradas minuciosamente de banco de imagens livres ou com auxílio da ferramenta de imagens do Google em que é feita um filtro para optar por imagens livres de direitos autorais. No entanto, caso seja identificado algum erro, pedimos que entre em contato para serem feitas quaisquer correções.

apresentamos aqui comentários sobre cada apresentação, além de roteiros experimentais e avaliações.

## A Aprendizagem Significativa e o desenvolvimento de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa

Caro professor, para que fique claro, este livro educacional buscou ao máximo seguir a teoria de aprendizagem de David Ausubel em uma aplicação conhecida como Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) que é o desenvolvimento de trabalho de vários anos de dedicação do professor Marco A. Moreira. Não quero aqui escrever vários textos para explicar essas teorias e suas aplicações, porém, em poucas palavras, gostaria de responder de maneira simples duas perguntas: o que seria a Teoria Aprendizagem Significativa desenvolvida por Ausubel? E como essa teoria pode ser aplicada?

Para responder a primeira pergunta, temos que ter em mente que o aluno já possui seus conhecimentos de vida e que alguns possuem múltiplos tipos de conhecimento e, além disso, possuem diversos ritmos de aprendizagem. Para que a aprendizagem se torne algo integrado a estrutura cognitiva do aluno e seja retida ao longo dos anos, o conteúdo não deve ser imposto de maneira arbitrária ou literal, deve possuir algum sentido ou significado para o aluno. Para que o conteúdo a ser ensinado seja significativo para o aluno, este conteúdo deve ser construído com ele. Logo, devemos identificar o que o aluno conhece sobre aquele tema e ir construindo com ele os demais conteúdos.

Na Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel existem muitos termos e justificativas de como o conteúdo a ser apreendido interage na estrutura cognitiva do aluno. Entretanto, para entender melhor sugerimos a leitura da dissertação de mestrado: Construção de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para o ensino de Ondas Mecânicas e Eletromagnéticas. A dissertação está disponível em <http://www.mnpefsorocaba.ufscar.br/produtos/dissertacoes>.

Para a nossa próxima pergunta de como é a aplicação dessa teoria de aprendizagem, temos o trabalho desenvolvido pelo Professor Marco A. Moreira conhecido como Unidade de Ensino Potencialmente Significativa. Esta Unidade de Ensino é uma Sequência Didática que adota as teorias de Ausubel e de outros grandes nomes da aprendizagem significativa, além do próprio professor Moreira, temos também Vergnaud, Gowin, Vygotsky e demais teóricos que acabam enriquecendo a metodologia das atividades da unidade de ensino.

O termo “potencialmente significativa” implica que a unidade de ensino possui o potencial de ser significativa, já que as atividades são preparadas com esse objetivo, porém, quem atribui o significado às atividades será o aluno. Se o aluno não tiver interesse ou as atividades forem de um nível superior ou inferior de complexidade ou que as aulas sejam ministradas de maneira tradicional, como se a unidade fosse um roteiro fechado, o material que é potencialmente significativo, na verdade irá reproduzir mais uma vez uma aula tradicional e o aluno poderá ter uma



aprendizagem mecânica. Por isso essa importância do termo “potencial”, numa Unidade de Ensino Potencialmente Significativa.

Esta Unidade de Ensino Potencialmente Significativo buscou seguir os seguintes passos em sua criação (Moreira, 2011):

1. definir o tópico específico a ser abordado;
2. criar/propor situação(ões) em que o aluno possa externar seu conhecimento prévio;
3. propor situações-problema. Em nível introdutório, levando em conta o conhecimento prévio do aluno estas situações-problema iniciais podem ser propostas através de simulações computacionais, demonstrações, vídeos, problemas do cotidiano, representações veiculadas pela mídia, problemas clássicos da matéria de ensino, etc., mas sempre de modo acessível e problemático;
4. apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta ideias mais gerais e, em seguida, ideias mais específicas;
5. em continuidade, retomar os aspectos mais gerais e estruturantes, com uma maior complexidade e o professor como mediador; esta atividade pode ser a resolução de problemas, a construção de um mapa conceitual;
6. concluindo a unidade, dar seguimento ao processo de ideias mais gerais primeiro e em seguida ideias mais específicas retomando as características mais relevantes do conteúdo em questão, que pode ser, outra vez, uma breve exposição oral, a leitura de um texto, o uso de um recurso computacional, um audiovisual, etc.; estas situações devem ser propostas e trabalhadas em níveis mais altos de complexidade em relação às situações anteriores;
7. a avaliação da aprendizagem através da UEPS deve ser feita ao longo de sua implementação, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado; além disso, deve haver uma avaliação somativa individual após o sexto passo, na qual deverão ser propostas questões/situações que impliquem compreensão, que evidenciem captação de significados e, idealmente, alguma capacidade de transferência; tais questões/situações deverão ser previamente validadas por professores experientes na matéria de ensino;
8. a UEPS somente será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa (captação de significados, compreensão, capacidade de

explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações-problema). A aprendizagem significativa é progressiva, o domínio de um campo conceitual é progressivo; a ênfase deve ser em evidências, não em comportamentos finais.

Professor, este material usou essas diretrizes acima, além de uma grande quantidade de referencial teórico para subsidiar este trabalho. Portanto, o professor deve encarar este livro como um roteiro que precisa ser constantemente adaptado para sua realidade, servindo deste modo como um incentivo e recomendações que esperamos ser úteis como atividades que foram testadas em sala de aula, para o tema de ondas mecânicas e eletromagnéticas.

## 1- Levantamento de ideias sobre ondas mecânicas e eletromagnéticas

O objetivo dessa aula é de verificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema de ondas mecânicas e eletromagnéticas. Neste sentido a aula pode ser expositiva-dialogada, com auxílio do Datashow para projeção de imagens e vídeos. A intenção da aula é responder duas perguntas básicas:

- O que esses fenômenos e objetos possuem em comum?
- Qual a relação deles com a física?

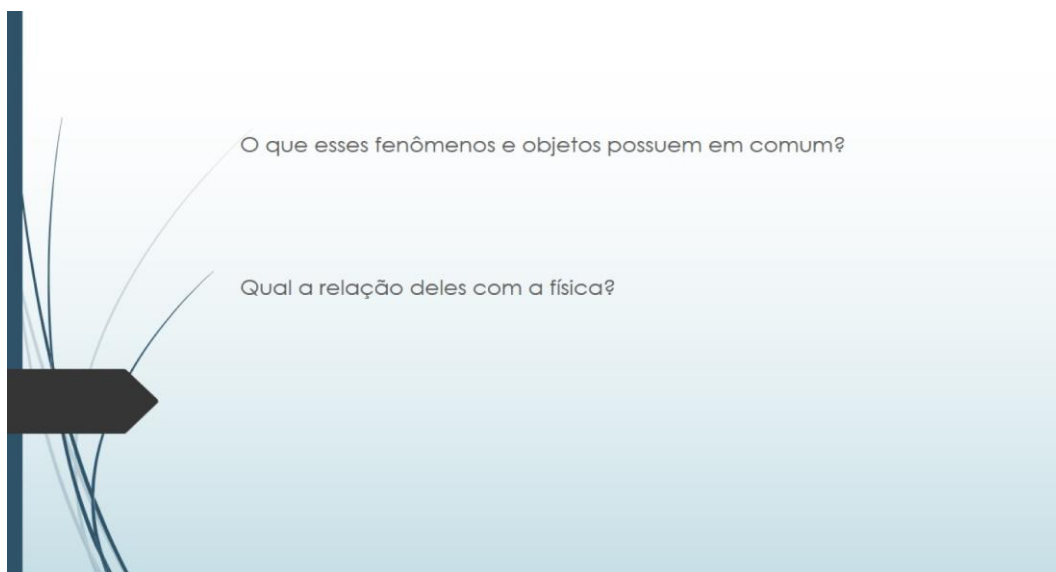
Na apresentação, trazemos:

### Slide 1



Explique aos alunos que você está interessado em suas ideias e que por isso não existe resposta 'certa' ou 'errada'.

## Slide 2



Explique que você está apenas interessado no que eles conhecem sobre as figuras e que eles devem responder essas perguntas sobre as imagens que serão apresentadas.

## Slide 3



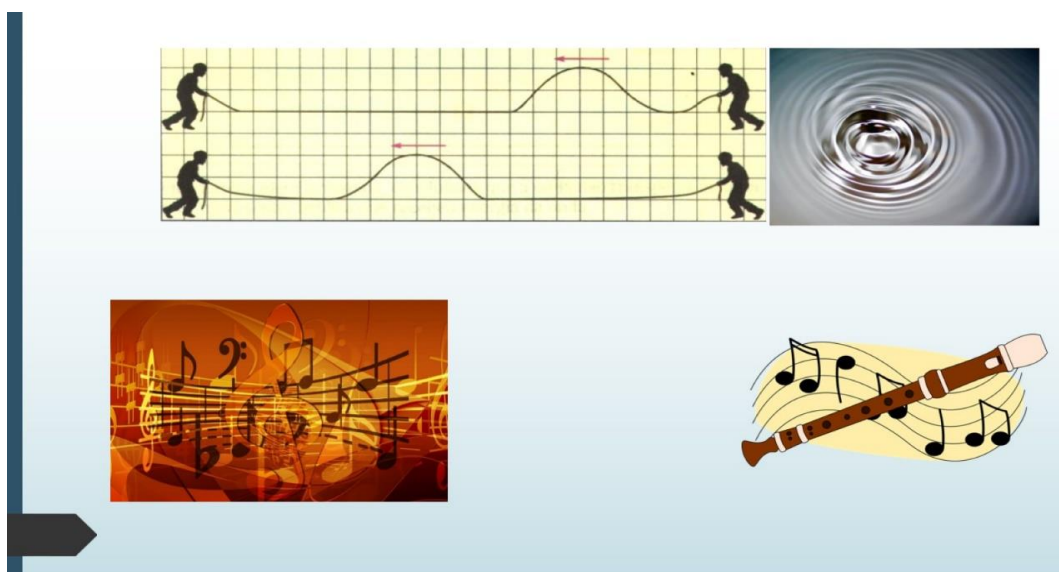
Apresente os objetos. Alguns alunos podem desconhecer suas finalidades. Relembre as perguntas do slide anterior, e tentem juntos concluir que o funcionamento desses objetos se dá pelas ondas eletromagnéticas.

#### Slide 4



Para a transição sobre as ondas mecânicas utilize um vídeo no youtube.com por título “Ponte Tacoma balança e cai Ressonância”, disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=mfQk6ac4res> O vídeo foi acessado em: 14 de agosto de 2017 e é impactante, o que por sua vez gera diversas teorias, desde sua veracidade até explicações sobre a queda. Apesar do vídeo servir como base para o ensino sobre ressonância, queremos, na verdade, abordar, de maneira introdutória, o conceito de ondas mecânicas.

#### Slide 5



No quinto slide voltamos às perguntas iniciais - O que esses fenômenos e objetos possuem em comum? Qual a relação deles com a física? - descobrindo as similaridades entre os objetos.

### Slide 6



Como o vídeo da ponte de Tacoma pode gerar muitas dúvidas, e para reforçar o que os alunos acabaram de ver, passe o vídeo: Por que a Ponte Rio-Niterói não balança mais?, disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=mOsazjJkqCc>. O vídeo foi acessado em 14 de agosto de 2017 e é uma outra oportunidade para, durante o debate, verificar as concepções dos alunos.

### Slide 7

- Por que você acha que existem tantos tipos diferentes de antena (TV, Rádio e etc.)? Explique.
- Qual o significado dos números que aparecem no visor do rádio? E qual o significado das siglas AM e FM?
- Você já ouviu algum locutor de rádio dizer "tantos quilohertz" (kHz) ou "tantos mega-hertz" (MHz)? O que essas palavras significam?
- O que acontece quando sintonizamos uma estação de rádio?

Estas são perguntas bem específicas, porém, não sabemos qual o grau de conhecimento do aluno, portanto, devemos partir de perguntas mais simples até as mais complexas explorando o que o aluno sabe.

#### Slide 8



Como última atividade, converse com os alunos sobre o que eles aprenderam, sempre lembrando que a aula deve ser dialogada.

## 2- Experimentos investigativos: construção de conceitos iniciais

A maneira que sugerimos para abordar conceitos de ondas é através de um experimento em nível introdutório, durante o qual, os alunos, ao realizarem as atividades, registrarão suas observações, não importando se os registros dos alunos condizem ou não com o aceito cientificamente. O papel do professor deve ser de um orientador, de forma em que os alunos realizem todos os procedimentos e o professor apenas auxilie em algo imprescindível ou em caso de uma dúvida muito grande. Ao realizar a atividade experimental, o ideal é que o professor não dê “respostas” na hora, mas que estimule o aluno a pensar, por isso, é necessário que o professor tenha bom-senso ao realizar atividades experimentais, para que evite sanar dúvidas que os próprios alunos conseguiriam resolver sozinhos.

Os alunos devem responder o roteiro e devolverem ao professor para que suas respostas sejam posteriormente analisados.

### Roteiro Experimental de Ondas Mecânicas<sup>1</sup>

#### Objetivo

Entender as características de uma onda: Pulso transversal, longitudinal; ondas transversais, longitudinais; ondas unidimensionais, bidimensionais e reflexão.

#### Contexto

Em Física, existe vários conceitos e grandezas relacionados a ondas. De modo conceitual, começaremos a analisar algumas dessas relações.

#### Material Utilizado

3 metros de cordas

1 mola maluca (slinky)

Barbante

---

<sup>1</sup> Este experimento foi inspirado no seguinte vídeo: <https://youtu.be/nPAXs9cAvbA>, Acesso em: 21 de agosto de 2017. Caso o professor tenha dificuldades em visualizar a execução do experimento, sugerimos que assista o vídeo, para sanar eventuais dúvidas.



## Procedimentos

1. Pegue a corda e amarre um pedaço de barbante no meio da corda, de modo que o barbante fique preso, mas não apertado ou muito frouxo ao ponto de se soltar.

1.1 Amarre a corda diretamente em um dos pés de uma cadeira. Em seguida estique a corda e dê apenas um pulso forte. Repita algumas vezes.

1.2 Agora dê vários pulsos consecutivos. O que acontece quando você dá pulsos constantemente?

1.3 Se a corda está bem esticada, o pulso vai mais rápido ou devagar?

1.4 O que acontece quando você mexe rapidamente a sua mão? E quando você mexe a sua mão mais devagar?

1.5 Houve aumento da distância de uma onda a outra, quando você alterou a velocidade de sua mão? Explique.

1.6 Faça o maior e menor número de ondas e registre a respectiva quantidade de ondas produzidas.

1.7 Como você fez para saber quantas ondas tinha na corda? (Desenhe a onda produzida pelo seu grupo e indique o que você considerou para ser contado como onda).

1.8 O barbante se deslocou além da região central da corda? Explique.

1.9 É possível dar um pulso na mesma direção em que a corda está estendida? Justifique.

2 Amarre a mola em um pedaço de barbante na região central da mola, de modo que ele fique preso, mas não apertado ou muito frouxo ao ponto de soltar.

2.1 Agora, amarre a mola diretamente em uma cadeira, estique a mola (tenha cuidado para não esticar demais!<sup>2</sup>) e em seguida dê apenas um pulso. Repita algumas vezes.

2.2 O que acontece quando você dá pulsos constantemente?

2.3 Se a mola está bem esticada, o pulso vai mais rápida ou devagar?

2.4 O barbante se deslocou além da região central da corda? Explique.

2.5 Na situação descrita acima, o pulso que retorna percorre o mesmo caminho da ida? Explique.

3 Agora, amarre aproximadamente 30 cm do barbante na extremidade da mola e na outra extremidade do barbante amarre no pé de uma cadeira. Em seguida, estique a mola, de modo que a mola e o barbante fiquem esticados. Logo após, dê apenas um pulso. Repita algumas vezes.

3.1 O que acontece quando você dá pulsos constantemente?

3.2 Na situação descrita acima, o pulso que retorna percorre o mesmo caminho da ida? Explique.

3.3 É possível dá um pulso na mesma direção em que a mola está estendida?

---

<sup>2</sup> Professor é aconselhável que caso a mola utilizada pelos alunos for a “mola maluca”, esta seja utilizada apenas uma vez. Portanto, não deve ser utilizada novamente em outras turmas, pois, essa mola deforma facilmente e os fenômenos podem não ser observados.

3.4 O barbante se deslocou além da região central da corda? Explique

3.5 Se a mola está bem esticada o pulso vai mais rápido ou devagar?

### 3- Conceitos fundamentais de elementos da onda

Nesta fase, deve ser dado início efetivo a abordagem dos conteúdos a serem aprendidos. Com esta finalidade, as definições e equações dos conceitos das ondas foram acrescentadas aos slides da primeira aula, no qual fizemos o levantamento de ideias prévias.

#### Ondas: estabelecendo conceitos

##### Slide 1



Explique aos alunos que você passará a oferecer um ensino mais formal utilizando as definições dadas na aula de hoje. Caso tenham ficado dúvidas da aula experimental, este é o momento para solucioná-las.

## Slide 2



Comece relembando os tipos de ondas

## Slide 3



As imagens são para exemplificar como as ondas eletromagnéticas agem no funcionamento em cada objeto e como a definição se aplica a estes objetos.

## Slide 4

### Ondas Mecânicas

- São ondas que precisam de um meio para se propagar
- Ex.:
- Ondas sonoras são de que tipo ?

As imagens são para exemplificar como as ondas mecânicas agem no funcionamento de cada objeto e como a definição aplica para esses objetos.

## Slide 5

### Simulação Phet

- Pulsos

Nesta fase é apresentado o simulador Phet: Onda em Corda ([https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/wave-on-a-string](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/wave-on-a-string)). O simulador foi acessado em 28 de agosto de 2017, e serve para discutir alguns pontos do experimento, desde o que vários pulsos geram numa corda até o que acontece quando a extremidade está livre ou não.

## Slide 6

### Características das ondas mecânicas

- Ondas transversais
- Ondas longitudinais

O diagrama à esquerda, intitulado 'Onda Transversal', mostra uma onda senoidal que se propaga para a direita, conforme indicado por uma seta horizontal na base rotulada 'Direção de Propagação'. A vibração das partículas do meio ocorre perpendicularmente à direção de propagação, mostrada por uma seta vertical rotulada 'Direção de Vibração'. O diagrama à direita mostra uma onda longitudinal que se propaga para a direita, conforme indicado por uma seta horizontal rotulada 'Direção de propagação'. A vibração das partículas do meio ocorre paralela à direção de propagação, mostrada por uma seta horizontal rotulada 'Direção de vibração'.

Como as definições mais básicas já foram dadas, é possível, neste momento da aula, aprofundar o tema.

## Slide 7

### As ondas podem ser:

- Unidimensional  
Ex.: Corda ou mola
- Bidimensionais  
Ex.: Onda numa superfície de lago
- Tridimensionais  
Ex.: Ondas sonoras

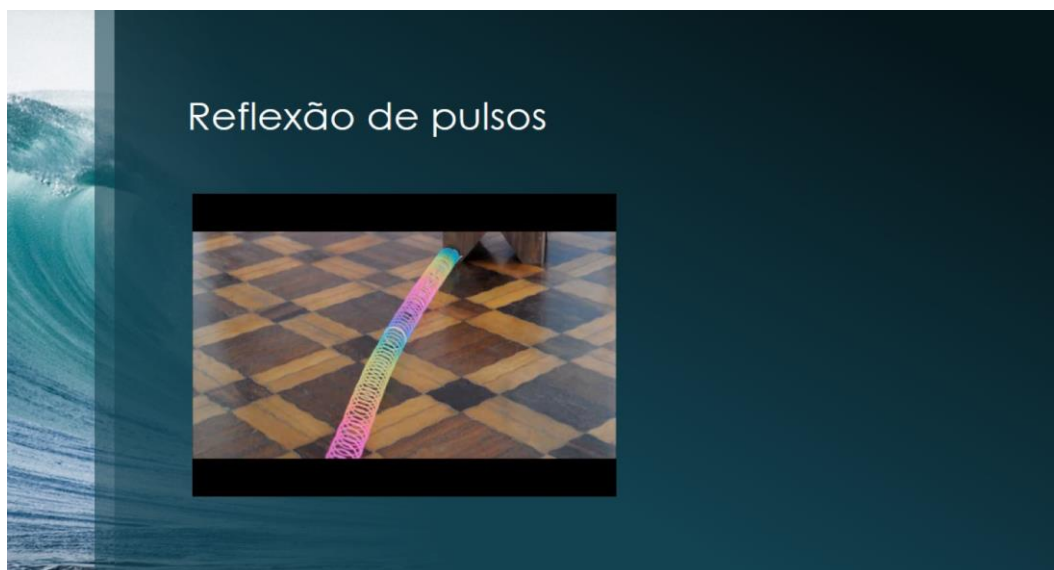
### Em relação à direção de propagação, as ondas podem ser:

- Unidimensional: quando se propaga em uma só direção  
Qual o exemplo conhecido???
- Bidimensionais: quando se propaga em duas direções simultaneamente  
Qual o exemplo conhecido???
- Tridimensionais: quando se propaga em todas as direções.  
Qual o exemplo conhecido???

Certas perguntas podem ser feitas aos alunos, tais como: porque as ondas podem ser unidimensionais, bidimensionais ou tridimensionais? O aluno consegue pensar em algum exemplo de onda que propaga em cada uma dessas direções? Os alunos não precisam decorar as direções de propagação da onda, por isso, é importante fazê-los pensar.

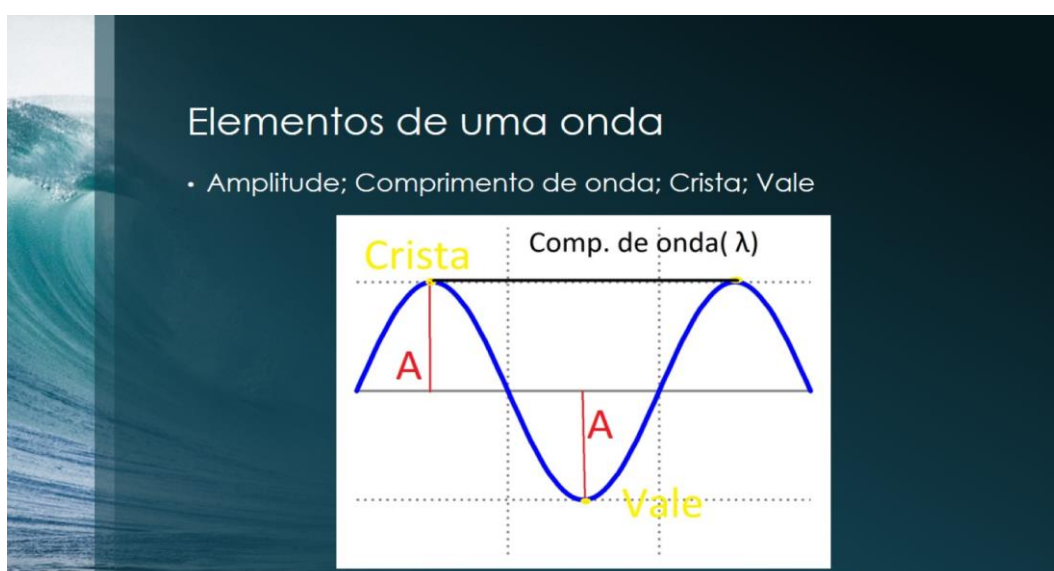


## Slide 8



Proseguindo, é possível passar o vídeo Reflexão de pulsos unidimensionais (<https://youtu.be/nPAXs9cAvbA>, acessado em 21 de agosto de 2018), novamente é um momento para verificar e corrigir qualquer erro conceitual que tenha persistido, tanto sobre a aula experimental, quanto aos conceitos sobre onda unidimensional.

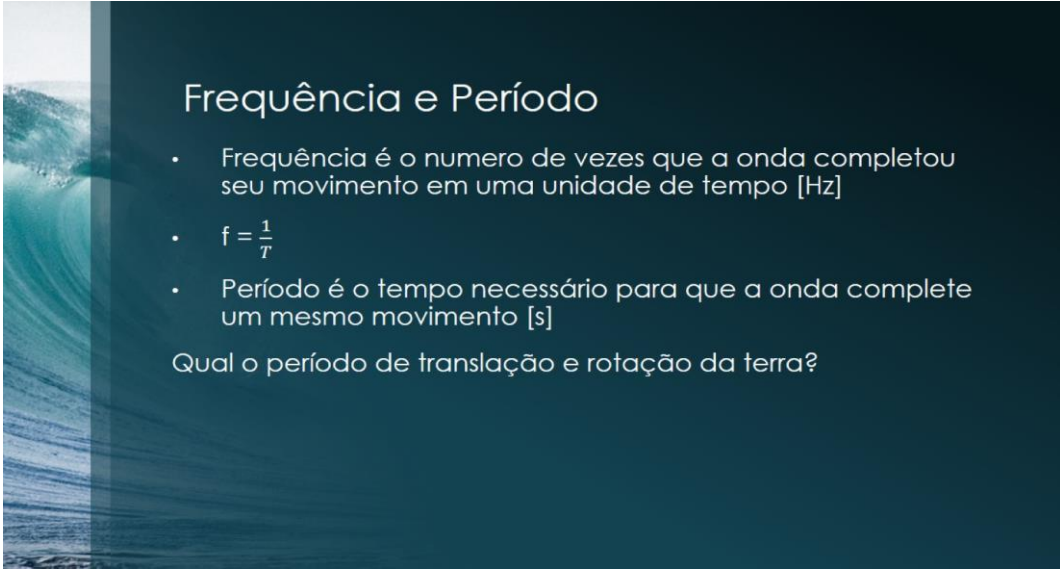
## Slide 9



Podemos avançar em definições mais formais sobre os conceitos de ondas.



## Slide 10

A slide with a dark blue background and a vertical image of a wave on the left. The title is "Frequência e Período".


Frequência e Período

- Frequência é o número de vezes que a onda completou seu movimento em uma unidade de tempo [Hz]
- $f = \frac{1}{T}$
- Período é o tempo necessário para que a onda complete um mesmo movimento [s]

Qual o período de translação e rotação da terra?

Aqui podemos ver uma das primeiras perguntas na aula de levantamento de ideias sendo respondida: O que significa “tantos Hertz”? O professor possui a liberdade, também, para exemplificar, da melhor maneira possível, os conceitos de frequência e período em que, por vezes, é considerado pelo aluno como sinônimos.

## Slide 11

A slide with a dark blue background and a vertical image of a wave on the left. The title is "Velocidade de Propagação".

Velocidade de Propagação

- $v = \lambda \cdot f$
- $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$
- Simulador Phet

Podemos novamente usar o simulador “Onda em corda” e observar o comportamento da onda quando alteramos alguns de seus parâmetros ou a diferença que o amortecimento e tensão tem sobre a onda. Caso julgue que é muita informação, o professor pode dividir em mais aulas para que os alunos aprendam com mais calma.

## 4- Ondas: o caso dos terremotos

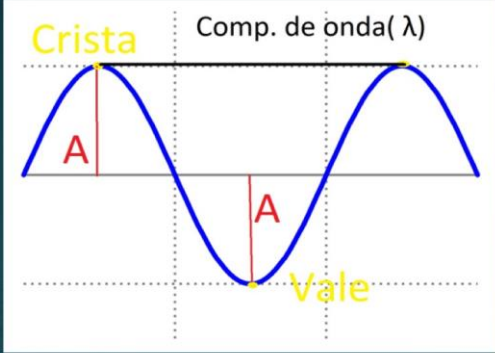
Para que os alunos vejam a aplicação dos conhecimentos recém adquiridos, utilizamos uma notícia veiculada pela mídia naquele momento de modo problemático. A notícia em questão está disponível em <https://g1.globo.com/mundo/noticia/numero-de-mortos-em-terremoto-no-mexico-sobe-para-96.ghtml>

### Slide 1



Explique aos alunos que eles irão rever alguns conceitos das aulas anterior e posteriormente uma aplicação para o caso de terremotos

## Slide 2

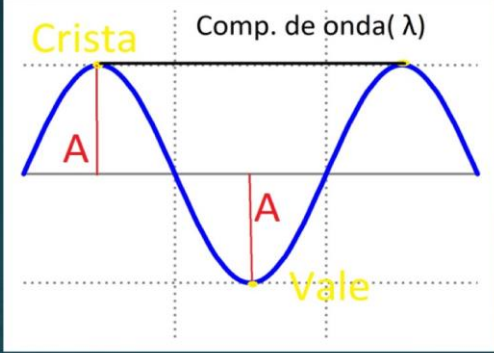


Elementos de uma onda

- Amplitude; Comprimento de onda; Crista; Vale

The diagram illustrates a sinusoidal wave. A horizontal dashed line represents the equilibrium position. The wave oscillates above and below this line. The highest point is labeled 'Crista' (Crest) in yellow. The lowest point is labeled 'Vale' (Trough) in yellow. The vertical distance from the equilibrium line to the crest is labeled 'A' (Amplitude) in red. The vertical distance from the equilibrium line to the trough is also labeled 'A' in red. The horizontal distance between two consecutive crests is labeled 'Comp. de onda (λ)' (Wavelength) in black. The wave is drawn in blue.

## Slide 3

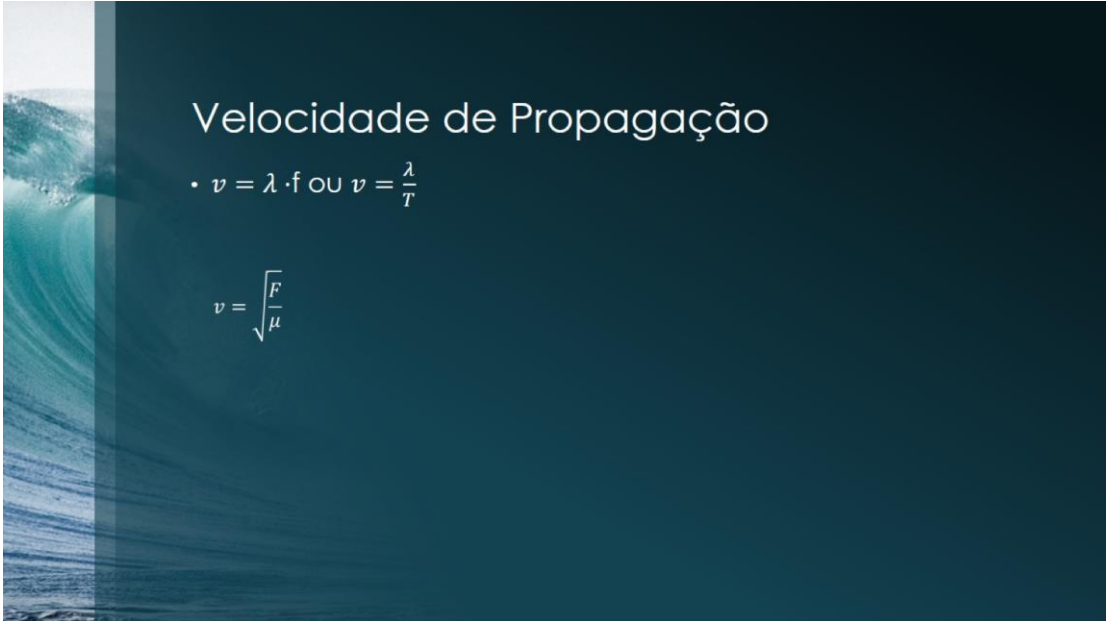


Frequência e Período

- Frequência é o número de vezes que a onda completou seu movimento em uma unidade de tempo. (Hz)
- $f = \frac{1}{T}$
- Período é o tempo necessário para que a onda complete um mesmo movimento, indo e voltando para o mesmo posição. (s)

Qual o período da terra de translação e rotação ?

Slide 4



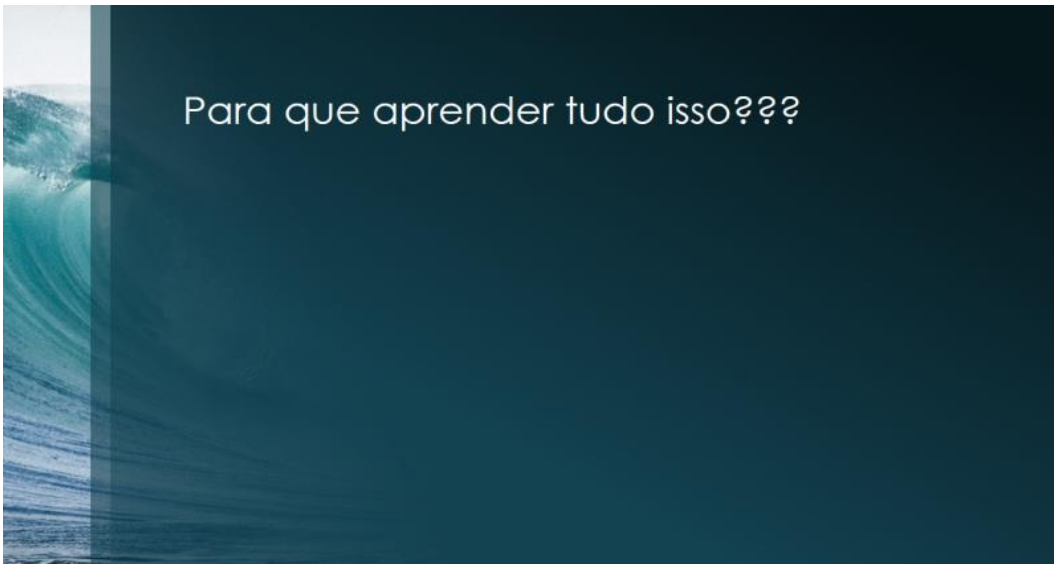
Slide 4 features a dark blue background with a vertical strip on the left showing a blue ocean wave. The text is white and centered.

## Velocidade de Propagação

- $v = \lambda \cdot f$  ou  $v = \frac{\lambda}{T}$

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

Slide 5



Slide 5 features a dark blue background with a vertical strip on the left showing a blue ocean wave. The text is white and centered.

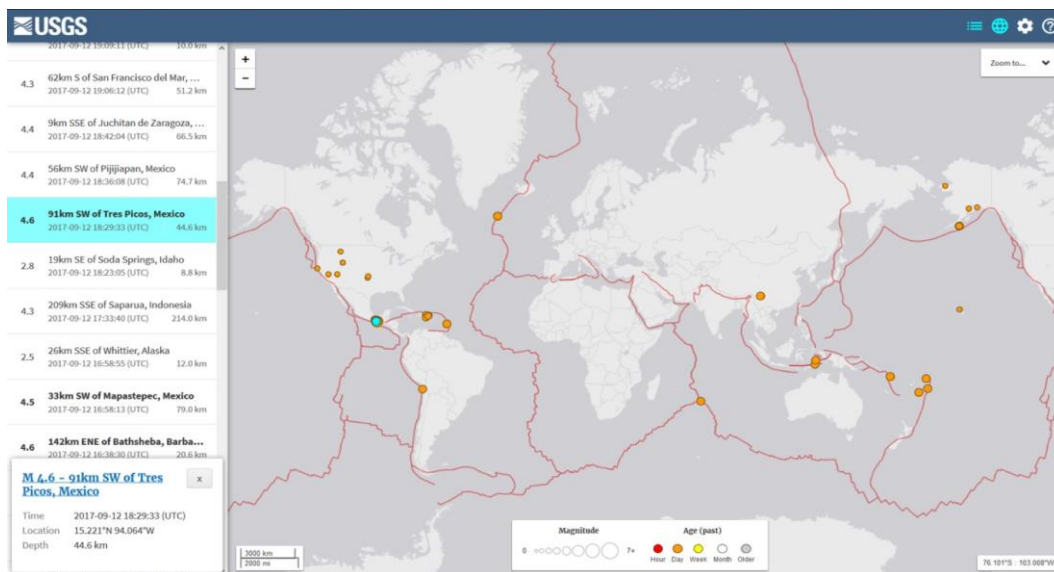
## Para que aprender tudo isso???

## Slide 6



Nesta fase, é importante que o professor leia o artigo de Santos (2012), disponível em: [http://www.if.ufrj.br/~carlos/artigos/SciAm2012\\_ondas\\_terremotos.pdf](http://www.if.ufrj.br/~carlos/artigos/SciAm2012_ondas_terremotos.pdf) e se familiarize com o fenômeno dos terremotos. Após conhecer algumas características dos terremotos, é importante explicar aos alunos o que é o Serviço Geológico dos Estados Unidos e o que significam as siglas utilizadas, para que eles possam fazer a leitura das informações.

## Slide 7



Também é importante mostrar onde o Brasil está inserido e os locais onde os terremotos ocorreram, mostrando que no encontro das placas tectônicas existe uma maior incidência de terremotos.



## Slide 8

### Terremoto no México

Tremor atingiu 8,1 de magnitude e deixou vários mortos



Fonte: Google Maps



Infográfico elaborado em: 08/09/2017

Estados de Oaxaca, Chiapas e Tabasco foram os mais atingidos pelo tremor, considerado o mais forte a atingir o país desde 1932, segundo o "El Universal". Centenas de milhares de pessoas estão sem abastecimento de água nesta região.

Fonte:  
<https://g1.globo.com/mundo/noticia/numero-de-mortos-em-terremoto-no-mexico-sobe-para-96.ghtml>  
Acesso: 12/Set/2017

Neste momento, chame a atenção dos alunos para os impactos que o terremoto provocou sobre o México e explique o que é a Escala Richter.


## Slide 9

A Escala Richter, por definição, é uma **escala logarítmica**. Isso quer dizer, por exemplo, que um tremor de intensidade cinco é 10 vezes mais forte que um de escala quatro e, conseqüentemente, 100 vezes mais forte que um de nível três.

O cálculo da Escala Richter costuma estar associado à distância do hipocentro (ponto exato do tremor no subsolo) ao epicentro (ponto em que o tremor é sentido mais fortemente na superfície), além do tempo de manifestação e a sua amplitude. No entanto, para casos em que os terremotos ocorrem em grandes profundidades, há outros meios de cálculo, haja vista que suas conseqüências na superfície são pequenas.

Os slides 9 e 10 explicam brevemente uma como funciona a escala Richter, não é necessário que os alunos decorem o funcionamento da escala.

## Slide 10

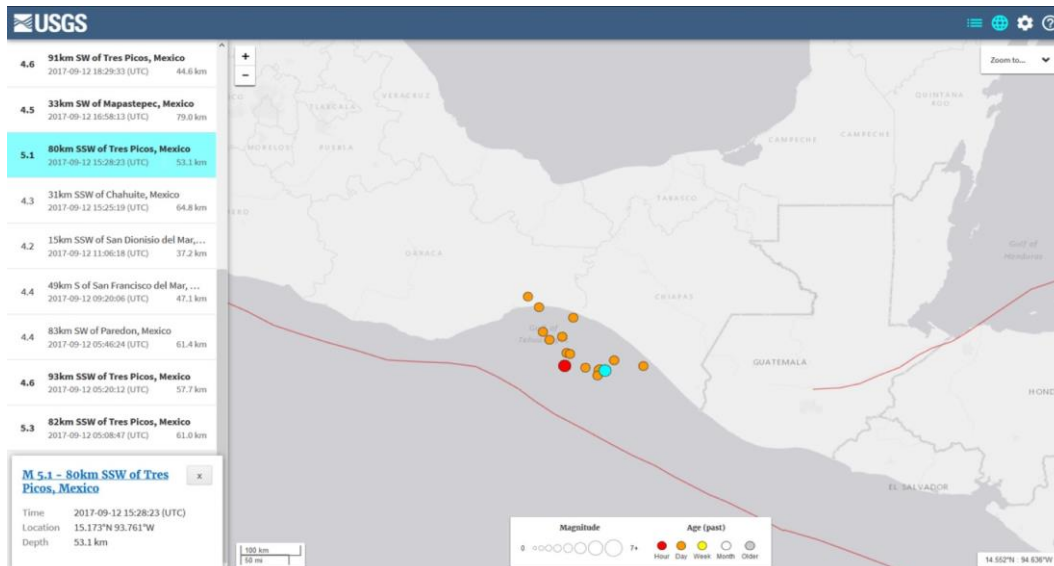


- **Magnitude menor que 2:** tremores captados apenas por sismógrafos;
- **Magnitude entre 2 e 4:** impacto semelhante à passagem de um veículo grande e pesado;
- **Magnitude entre 4 e 6:** quebra vidros, provoca rachaduras nas paredes e desloca móveis;
- **Magnitude entre 6 e 7:** danos em edifícios e destruição de construções frágeis;
- **Magnitude entre 7 e 8:** danos graves em edifícios e grandes rachaduras no solo;
- **Magnitude entre 8 e 9:** destruição de pontes, viadutos e quase todas as construções;
- **Magnitude maior que 9:** destruição total com ondulações visíveis.

E no caso de 12/09 ? Qual a Magnitude?

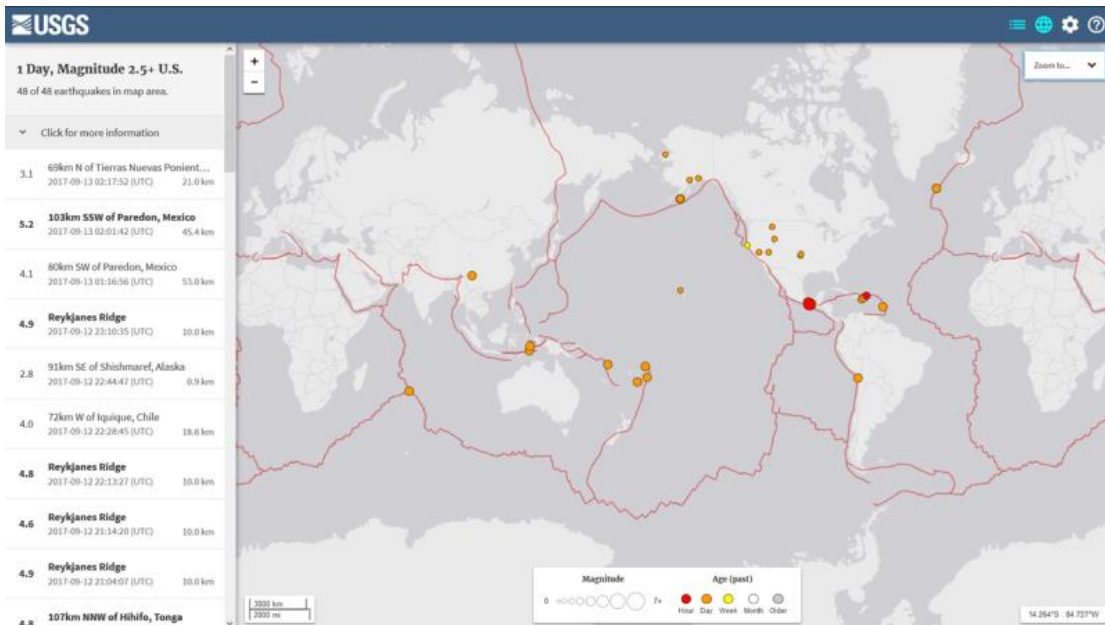
No slide 8 a reportagem informa que o registro na escala Richter no México foi de 8,1 e está dentro do esperado na escala, estas informações da escala foram retiradas de <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/escala-richter.htm>.

## Slide 11



Os slides 11 e 12 foram adicionados na apresentação, porque, no momento em que eram preparados, o Serviço Geológico dos Estados Unidos informou que fazia apenas 1 hora em que foi registrado um novo terremoto, servindo para demonstrar a dinâmica da ferramenta.

## Slide 12



O slide 12 serviu para que naquele momento ao retirar o zoom da tela, verificar se havia algum novo registro além do que ocorria no México.

## Slide 13

### Dois tipos de ondas sísmicas

- Ondas P (Primárias)

As ondas P são do tipo compressivo. Uma onda a propagar-se ao longo de uma mola constitui uma boa analogia para este tipo de ondas sísmicas. As ondas P são as mais rápidas das ondas sísmicas, podendo propagar-se tanto em meios sólidos como líquidos. **Vamos supor:  $v_p = 8 \text{ Km/s}$**

- Ondas S (Secundárias)

Nas ondas S o movimento de vibração dá-se no plano definido pela frente de onda e, como tal, perpendicularmente à direção de propagação, pelo que são ondas do tipo transversal (ou de corte). Uma boa analogia para este tipo de ondas é a corda de uma guitarra que é posta a vibrar. **Vamos supor:  $v_s = 4,5 \text{ Km/s}$**

Nos slides 13,14,15 e 16 é apresentado o problema proposto por Santos (2012), para determinação do epicentro de um terremoto. Depois de ter todas as informações em mãos, aconselhamos resolver o problema na lousa.



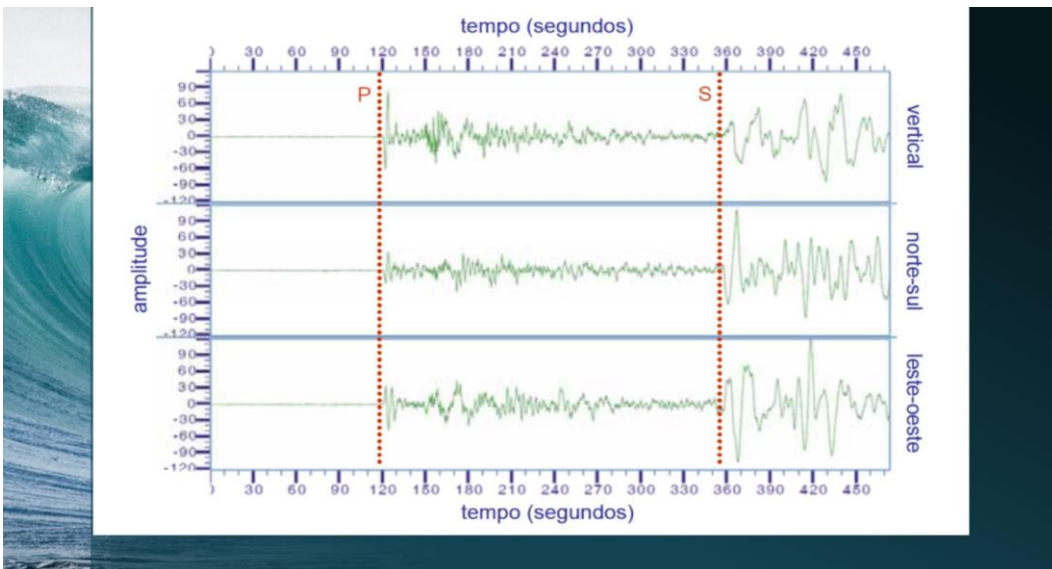
Slide 14

## Como calcular o epicentro do terremoto ?


### Pergunta... Vamos fazer juntos

A figura mostra o registro (sismograma) de um terremoto de magnitude 7,2 ocorrido em 2011 na fronteira entre Brasil e Peru. Os dados foram obtidos por um sismógrafo (um detector de ondas sísmicas) localizado na Nicarágua. Os três gráficos mostram o deslocamento causado pelo tremor nas direções vertical, norte-sul e Leste-Oeste. Podemos notar que dois tipos de onda chegam ao sismógrafo: primeiro vêm as ondas P, de pequena amplitude e alta frequência, e em seguida surgem as ondas S, com amplitude maior e frequência menor. Os instantes de chegada dessas ondas estão indicados nos gráficos.

Slide 15



Slide 16

- 
- O epicentro foi na realidade de  $D=2460$  km

## 5- Avaliação somativa individual

Nesta fase é feita uma avaliação somativa individual, as questões foram pensadas buscando evidenciar compreensão e captação de significados em diferentes contextos.

**Nas questões que seguem, apresente os motivos que o levam a pensar que sua resposta esteja correta.**

1- Em inúmeros filmes de ficção científica, em cena de batalhas espaciais é possível ouvir estrondos quando uma nave atinge outra e também se vê a explosão das naves mesmo estando ambas no vácuo do espaço sideral. Seria possível ouvir a explosão das duas naves caso um observador estivesse próximo do local onde ocorreu tal acontecimento?

2- O som é um exemplo de uma onda longitudinal. Uma onda produzida numa corda esticada é um exemplo de uma onda transversal. O que difere ondas mecânicas longitudinais de ondas mecânicas transversais?

3- Uma onda sonora propaga-se no ar com frequência, comprimento de onda e velocidade. Quando esta onda atinge a superfície de um lago, penetra no lago e continua a se propagar na água. Haverá alguma alteração (aumentará, diminuirá, ou não sofrerá alteração) na frequência, no comprimento de onda e na velocidade de propagação?

**Nas questões que seguem, escolha a alternativa que melhor responde à questão.**

4 - Olhando o movimento de uma folha que flutua na superfície de um lago calmo quando por ela passa uma onda, o que o observador verá?

a) O movimento da folha apenas na direção vertical, em um movimento de sobe e desce.

b) A folha acompanhar a onda.

c) A folha se movimentar na direção vertical, em um movimento de sobe e desce, e concomitantemente na direção horizontal, em um movimento de vai e vem.

d) O movimento da folha apenas na direção horizontal, em um movimento de vai e vem.

5 - Em viagens de avião, é solicitado aos passageiros o desligamento de todos os aparelhos cujo funcionamento envolva a emissão ou a recepção de ondas eletromagnéticas. O procedimento é utilizado para eliminar fontes de radiação que possam interferir nas comunicações via rádio dos pilotos com a torre de controle.

A propriedade das ondas emitidas que justifica o procedimento adotado é o fato de

a) terem fases opostas.

b) serem ambas audíveis.

c) terem intensidades inversas.

d) serem de mesma amplitude.

e) terem frequências próximas.

6 - Ao sintonizarmos uma estação de rádio ou um canal de TV em um aparelho, estamos alterando algumas características elétricas de seu circuito receptor. Das

inúmeras ondas eletromagnéticas que chegam simultaneamente ao receptor, somente aquelas que oscilam com determinada frequência resultarão em máxima absorção de energia.

O fenômeno descrito é a

- a) polarização.
- b) difração.
- c) refração.
- d) interferência.
- e) ressonância.

7 - Em 2014, o Brasil sediou a Copa do Mundo de Futebol. Em virtude das possíveis manifestações das torcidas, os estádios de futebol foram construídos de modo a suportar as –vibrações produzidas. Se todos os torcedores, ao mesmo tempo, começarem, por exemplo, a pular e a bater os pés no chão, as estruturas das arquibancadas podem desabar, provocando uma tragédia. O fenômeno físico que melhor descreve a situação trágica mencionada é:

- a) reflexão.
- b) refração.
- c) ressonância.
- d) difração.
- e) convecção

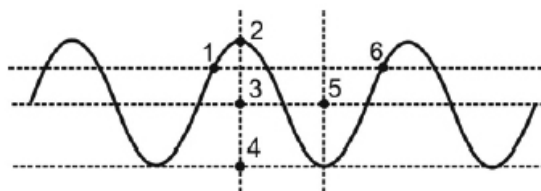
8 - Visando reduzir a poluição sonora de uma cidade, a Câmara de Vereadores aprovou uma lei que impõe o limite máximo de 40 dB (decibéis) para o nível sonoro permitido após as 22 horas.

Ao aprovar a referida lei, os vereadores estão limitando qual característica da onda?

- a) A altura da onda sonora.

- b) A amplitude da onda sonora.
- c) A frequência da onda sonora.
- d) A velocidade da onda sonora.
- e) O timbre da onda sonora.

9 - A figura abaixo representa uma onda que se propaga em um meio com velocidade constante.



Nessa situação, assinale a alternativa correta que completa a lacuna da frase a seguir.

O comprimento da onda está contido entre os pontos \_\_\_\_\_.

- a) 1 e 6
- b) 3 e 5
- c) 2 e 4
- d) 2 e 3

10 - Marque V para verdadeiro ou F para falso nas questões abaixo:

( ) Unidimensionais são ondas que se propagam em um único plano, como por exemplo, as que ocorrem na superfície de um lago.

( ) Ondas sonoras no ar atmosférico são exemplos de ondas tridimensionais.

( ) Ondas eletromagnéticas, como as de rádio, podem propagar-se no vácuo.

( ) Quando geradas em cordas de instrumentos sonoros, são consideradas mecânicas quanto à natureza e longitudinais quanto à direção de propagação

## 6- Atividade colaborativa de pesquisa

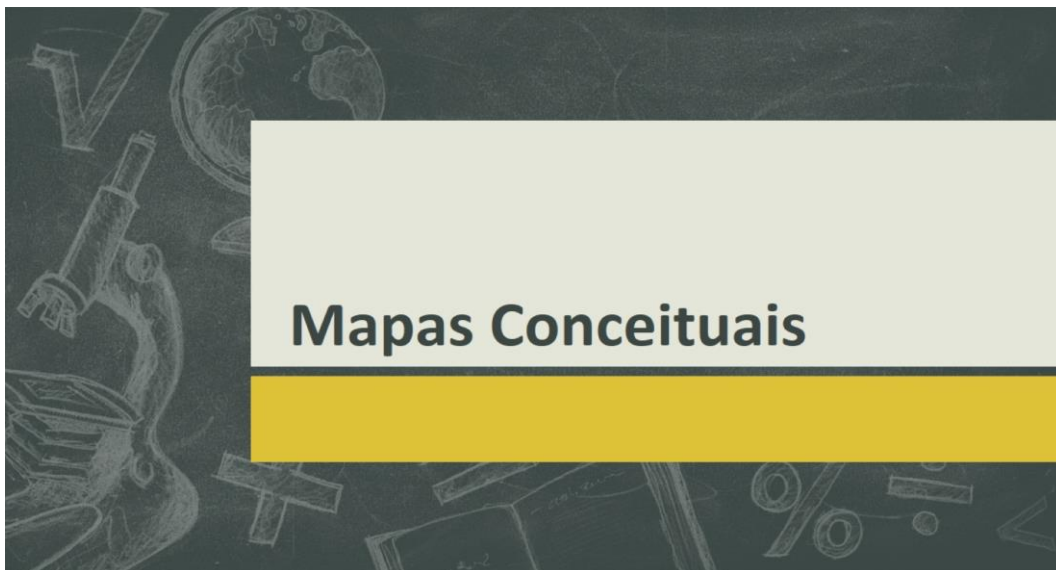
Propomos uma atividade em dupla em que os alunos, com a orientação do professor, respondam novamente as questões da avaliação com o auxílio do livro didático. Este princípio dentro da UEPS é conhecido como princípio da recursividade (MOREIRA, 2011), em que são utilizadas atividades realizadas anteriormente como recursos de aprendizagem, onde os erros subsidiam oportunidades de aprendizagem.

Com o auxílio do livro didático e do professor reformulando as perguntas e fazendo questionamentos desafiadores aos alunos, esta atividade tem o potencial motivá-los, porque o aluno - em especial aquele que não alcançou bons resultados na avaliação somativa - sente que lhe foi dada uma nova oportunidade de realizar a atividade avaliativa. Cabe ao professor guiar a atividade colaborativa para que seja um momento de aprendizagem e não apenas uma atividade de procurar a resposta correta.

## 7- Mapas Conceituais

A aula deve começar explicando sobre o que são mapas conceituais e como devem ser construídos. É importante esclarecer que não existem mapas conceituais “certos” ou “errados”, contudo, o mapa conceitual deverá expressar os pensamentos do autor e existe uma hierarquia que deve ser seguida na sua construção (Moreira, 1997). Os alunos podem fazer uso do livro didático, caso o professor julgue necessário.

### Slide 1



Comece a aula explicando que os alunos irão construir um mapa, que não existe mapas conceituais “certos” ou “errados” e que cada mapa é único, pois representará os conhecimentos do aluno.

## Slide 2

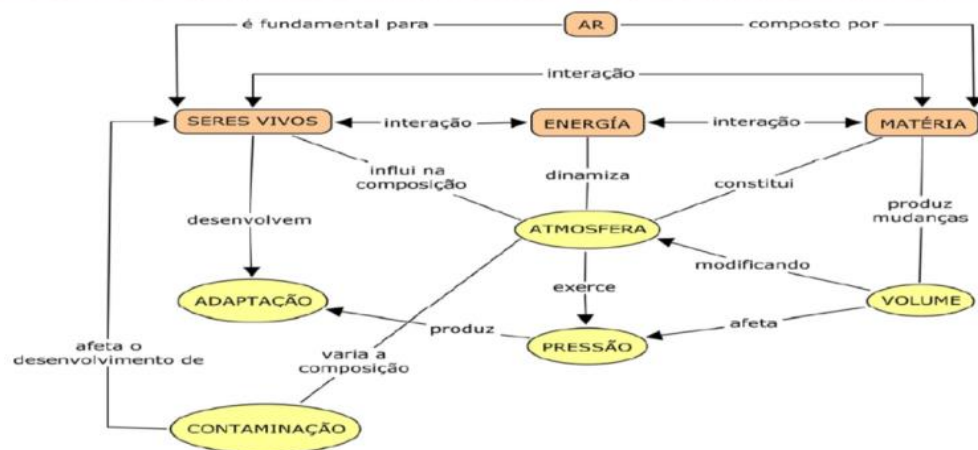
### Definição

- De um modo geral, mapas conceituais, ou mapas de conceitos, são apenas diagramas indicando relações entre conceitos, ou entre palavras que usamos para representar conceitos.

O slide 2 serve para definir o que são mapas conceituais.

## Slide 3

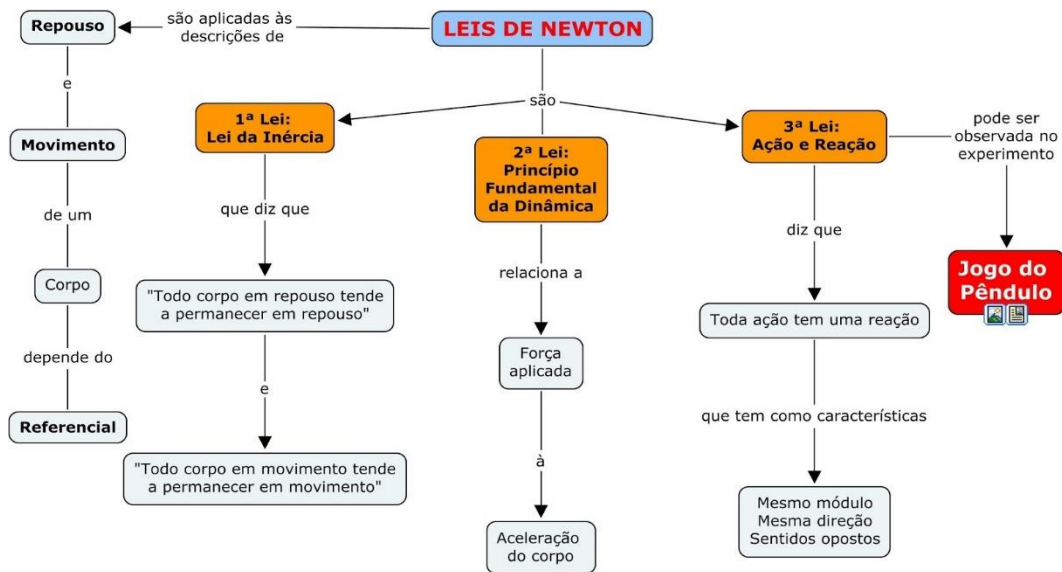
### Exemplos



Os slides 3 e 4 são exemplos de mapa conceitual. Os alunos não devem copiar ou seguir como modelo. Os exemplos servem apenas para dar aos alunos ideias de como fazer seu próprio mapa conceitual.



## Slide 4



## Slide 5

Como fazer?

- Mapas conceituais podem seguir um modelo hierárquico no qual conceitos mais inclusivos estão no topo da hierarquia (parte superior do mapa) e conceitos específicos, pouco abrangentes, estão na base (parte inferior).
- Setas podem ser utilizadas para dar um sentido de direção a determinadas relações conceituais
- Mapas conceituais devem ser explicados por quem os faz; ao explicá-lo, a pessoa externalizar significados.

A aula é prática. Portanto, é recomendando que nesse momento o professor mostre alguns dos elementos sequencias do mapa do slide 5 apontando-os nos slides 3 e 4.



## Slide 6

1. **Identifique os conceitos-chave** do conteúdo que vai mapear e ponha-os em uma lista. Limite entre 6 e 10 o número de conceitos.
2. Ordene os conceitos, colocando o(s) mais geral(is), mais inclusivo(s), no topo do mapa e, gradualmente, vá agregando os demais até completar o diagrama. Algumas vezes é difícil identificar os conceitos mais gerais, mais inclusivos; nesse caso é útil analisar o contexto no qual os conceitos estão sendo considerados ou ter uma ideia da situação em que tais conceitos devem ser ordenados.
3. Se o mapa incorpora também o seu conhecimento sobre o assunto, além do contido no texto, conceitos mais específicos podem ser incluídos no mapa.
4. Conecte os conceitos com linhas e rotule essas linhas com uma ou mais palavras-chave que explicitem a relação entre os conceitos. Os conceitos e as palavras-chave devem sugerir uma proposição que expresse o significado da relação.
5. Setas podem ser usadas quando se quer dar um sentido a uma relação.
6. Evite palavras que apenas indiquem relações triviais entre os conceitos. Busque relações horizontais e cruzadas.
7. Exemplos podem ser agregados ao mapa, embaixo dos conceitos correspondentes. Em geral, os exemplos ficam na parte inferior do mapa.
8. Geralmente, o primeiro intento de mapa tem simetria pobre e alguns conceitos ou grupos de conceitos acabam mal situados em relação a outros que estão mais relacionados. Nesse caso, é útil reconstruir o mapa.
9. Talvez neste ponto você já comece a imaginar outras maneiras de fazer o mapa, outros modos de hierarquizar os conceitos. Lembre-se que não há um único modo de traçar um mapa conceitual. À medida que muda sua compreensão sobre as relações entre os conceitos, ou à medida que você aprende, seu mapa também muda. **Um mapa conceitual é um instrumento dinâmico, refletindo a compreensão de quem o faz no momento em que o faz.**
10. Não se preocupe com “começo, meio e fim”, **o mapa conceitual é estrutural, não sequencial**. O mapa deve refletir a estrutura conceitual hierárquica do que está mapeado.
11. Compartilhe seu mapa com colegas e examine os mapas deles. Pergunte o que significam as relações, questione a localização de certos conceitos, a inclusão de alguns que não lhe parecem importantes, a omissão de outros que você julga fundamentais. **O mapa conceitual é um bom instrumento para compartilhar, trocar e “negociar” significados.**

É fundamental reforçar os pontos principais da construção de um mapa conceitual (Moreira, 1997). Estes pontos devem ficar expostos durante a aula para que sejam consultados pelos alunos enquanto eles elaboram os mapas conceituais. Esta atividade leva mais de uma aula para ser concluída.

O professor deve ficar atento na construção do mapa conceitual, orientando os alunos para que seja respeitada a hierarquia e que possua lógica no contexto da matéria. Caso contrário os alunos estarão construindo mapas mentais ao invés de mapas conceituais que são a proposta desta atividade.

Para a avaliação da atividade, o professor deve atentar para o fato de que o mapa conceitual expressa a construção de conceitos que estão na estrutura cognitiva do aluno, logo, o mapa é um indicador de como os conceitos se estabeleceram na estrutura cognitiva de cada aluno.

## 8- Tubo de Kundt

A aula experimental surge como reforço final para sanar dúvidas em relação aos conceitos de ondas mecânicas. E questionar os alunos sobre o que estão vendo e quais as explicações para a observação realizada no experimento. Nesse sentido, foram utilizadas algumas perguntas: Por onde a onda mecânica se propaga? O isopor se desloca ao longo de todo o tubo? Por que o isopor vibra? Se a onda não transporta matéria o que a onda está transportando?

### O experimento de Kundt

#### Objetivo

Verificar que onda não transporta matéria.

#### Materiais

Os materiais utilizados:

- 1 m de mangueira transparente e flexível com diâmetro interno de 3 cm;
- 1 m de barra de ferro rígida;
- 6 abraçadeiras de nylon (enforca gato);
- 1 luva hospitalar (bexiga);
- 1 liga elástica;
- 1 Caixa de Som;
- 1 Amplificador;
- isopor;
- ralador de legumes;
- Software *Audio SweepGen*<sup>3</sup>.

#### Montagem

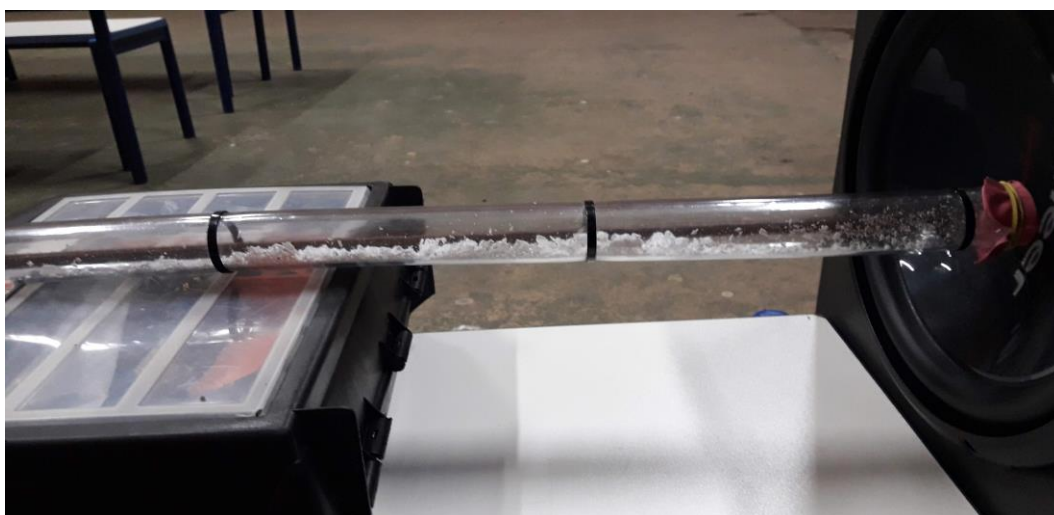
1. Aproxime o cano transparente e flexível da barra de ferro;

---

<sup>3</sup> O software *Audio SweepGen* possui licença livre e pode ser adquirido em: <http://www.satsignal.eu/software/audio.html>.

2. Com as 6 abraçadeiras prenda o cano na barra de ferro com espaçamento suficiente para que o cano fique fixo;
3. Na “boca” do cano coloque uma parte da luva (ou bexiga) de modo que se torne uma membrana;
4. Use o elástico para prender a luva na “boca” do cano;
5. Com ralador de legumes rale o isopor e coloque dentro tubo;
6. Conecte o notebook, amplificador e a caixa de som;
7. Aproxime o tubo com a membrana voltada para a caixa de som;
8. O tubo deve ficar centrado no autofalante com aproximadamente 2 cm de distância;
9. Ajuste o software *Audio SweepGen* para a frequência de 161 Hz.

**Figura 1:** Experimento didático do tubo de Kundt



Fonte: Próprio autor.

### Testes

Ao ligar o autofalante o que acontece com as partículas de isopor?

Em sua grande maioria as partículas vibram e permanecem na mesma região?

Ao vedar com a mão o outro lado do tubo sem a membrana, o que acontece com as partículas de isopor?

Por que as partículas de isopor somente vibram com a frequência determinada?

## 9- Ondas eletromagnéticas: estabelecendo conceitos

Com a apresentação de novos slides o objetivo consiste em fazer uma transição do conteúdo de ondas mecânicas para o conteúdo de ondas eletromagnéticas. Portanto, no primeiro momento a ideia é rever a existência dos dois tipos de ondas, em seguida, explicar o que é uma onda eletromagnética e, por fim, apresentar exemplos do cotidiano de ondas eletromagnéticas.

Para fazer a transição entre os dois tipos de ondas, são reforçados o que é uma onda mecânica a partir do vídeo no slide 5 deste capítulo, sobre o experimento de Kundt. Como não é objetivo da aula abordar eletricidade ou magnetismo, logo é feita uma breve análise de um *gif* para ilustrar a variação do campo elétrico e magnético no decorrer do tempo. Na apresentação também é visto também o espectro eletromagnético para explicar a relação entre o comprimento de onda e a frequência, bem como também as escalas do comprimento de onda.

### Slide 1



Explique aos alunos que, a partir de agora, será dado um enfoque maior sobre as ondas eletromagnéticas, porém, antes, serão revistas algumas informações sobre ondas mecânicas.

## Slide 2

### Tipos de Ondas

- Ondas Eletromagnéticas
- Ondas Mecânicas

Relembrem com eles que existem dois tipos de ondas

## Slide 3

### Ondas Eletromagnéticas

- São ondas que não precisam de um meio para se propagar



The slide features a collage of six images illustrating various applications of electromagnetic waves. In the top right corner, a hand is shown holding a black remote control. Below this, there are five smaller images arranged in two rows. The first row contains a smartphone (iPhone) on the left, a CRT television on a stand in the middle, and a flat-screen television on a stand on the right. The second row contains a CT scanner in the middle and a portable radio with an antenna on the right.

Mostre como a definição de ondas eletromagnéticas aplica em cada um dos objetos.

## Slide 4

### Ondas Mecânicas

- São ondas que precisam de um meio para se propagar
- Ex.:
- Ondas sonoras são de que tipo ?



Mostre como a definição de ondas mecânicas se aplica em cada um dos objetos. Uma pergunta a ser feita seria qual o meio de transporte utilizado pela onda sonora. Sabemos que pelo ar, mas os alunos podem confundir com ondas eletromagnéticas, por não perceber que o ar é um meio material.

## Slide 5

### Tubo de Kundt

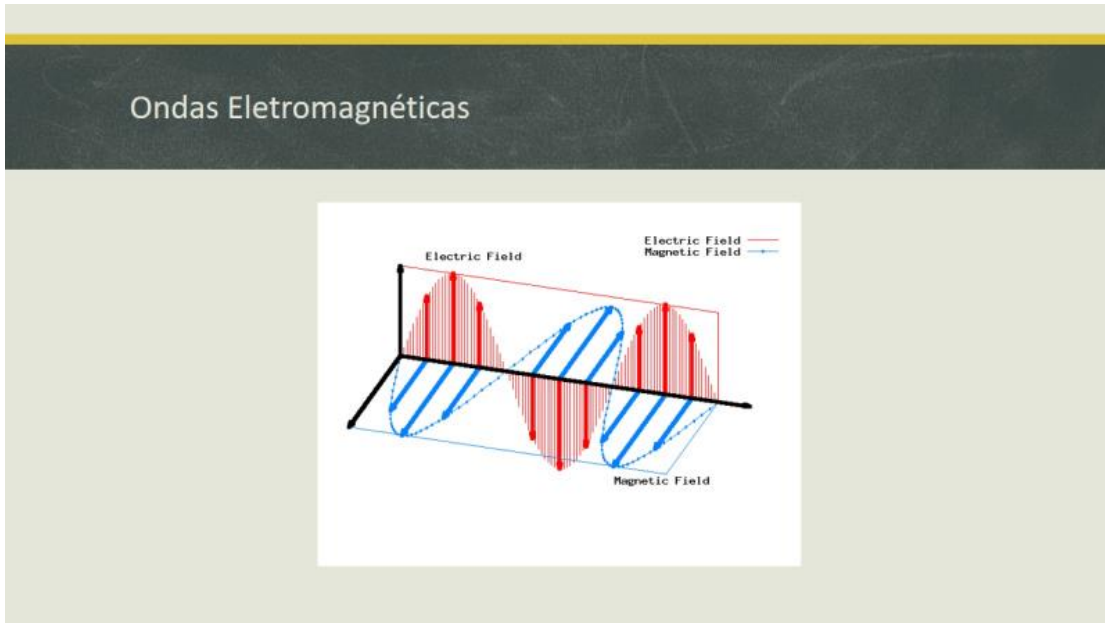


Apresente o vídeo Kundts Tube resonance, que está disponível em [https://www.youtube.com/watch?v=qUiB\\_zd9M0k](https://www.youtube.com/watch?v=qUiB_zd9M0k), ele foi acessado em: 16 de outubro de 2017. Mesmo que tenhamos realizado este mesmo experimento, o vídeo



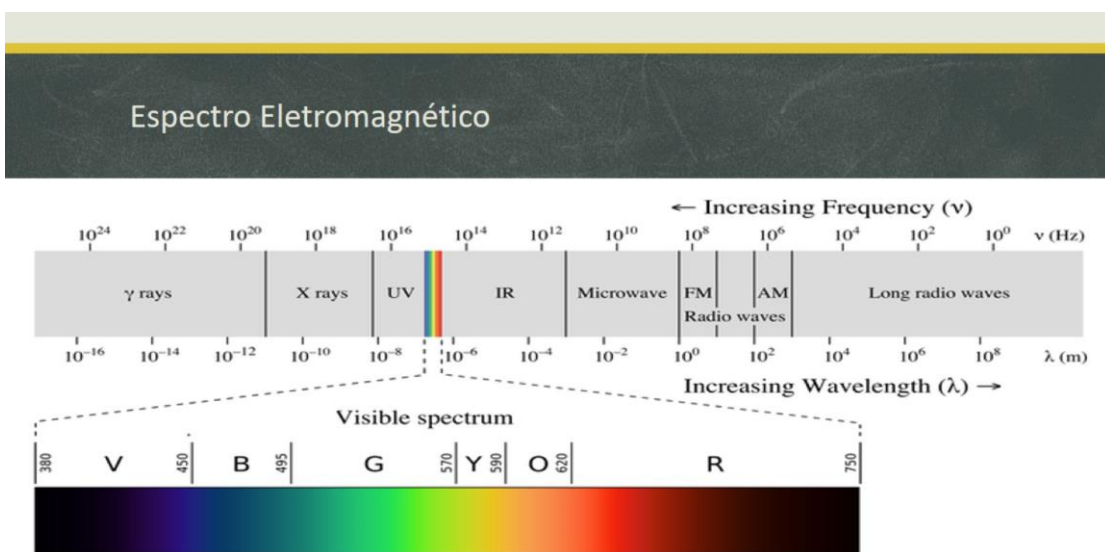
servirá para que, mais uma vez, os alunos externem possíveis dúvidas sobre ondas mecânicas.

### Slide 6



Explique o que são ondas eletromagnéticas sem aprofundar-se muito em campos elétricos e magnéticos e outras particularidades do eletromagnetismo. Porém, o básico deve ser ensinado e observando com ênfase que a onda possui uma crista, comprimento de onda, frequência e todos os demais elementos de uma onda. O gif utilizado está disponível em <https://br.pinterest.com/pin/805651820814879909/> em 16 outubro de 2017.

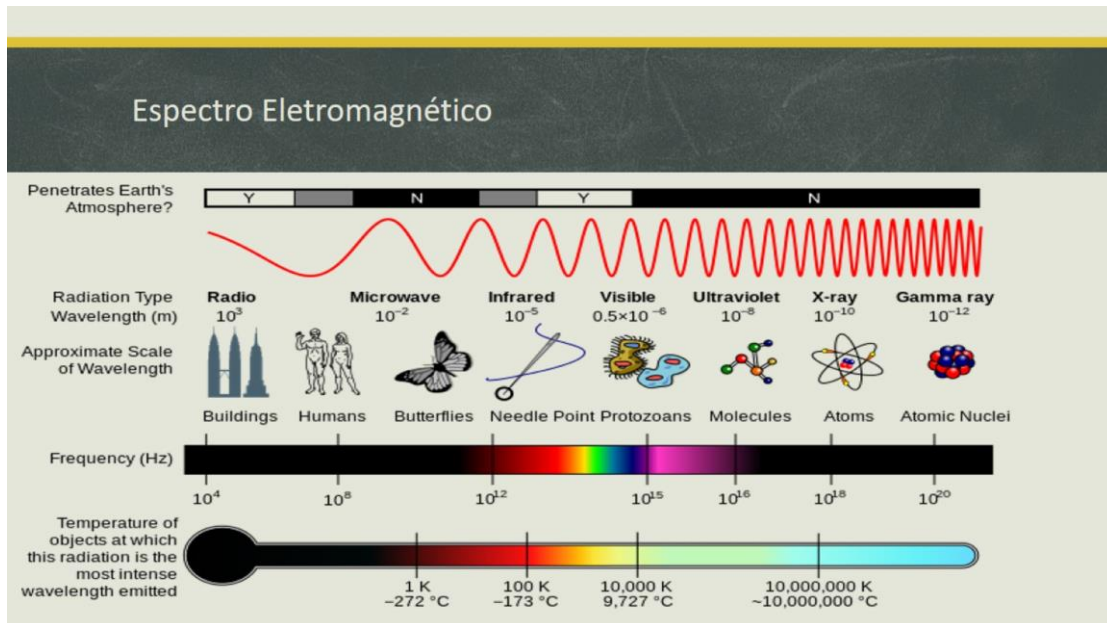
### Slide 7



Apresente o espectro eletromagnético aos alunos. Em nosso caso, os alunos

demonstraram surpresa ao saber que a luz é uma onda eletromagnética, o que levou os alunos a fazerem diversas perguntas.

### Slide 8



A ordem de tamanho de objetos comparado ao comprimento de onda também chamou a atenção dos alunos, além de cada informação no slide 8.



## 10- Leitura dos textos “Ondas eletromagnéticas - Luz e cores: ‘simplesmente’ ondas eletromagnéticas”, “Espectro eletromagnético” e “AM e FM” com resolução de exercícios selecionados

O texto foi usado como mediador do processo de aprendizagem, estes textos estão no caderno do aluno em seu volume 2 para os alunos Segundo Ano Médio. A proposta envolveu um texto validado<sup>4</sup> e com questões já definidas para que, no decorrer da leitura, os alunos pudessem familiarizar-se com termos e aumentar a complexidade do seu conhecimento sobre o tema estudado. O objetivo é retomar aspectos estruturantes de ondas eletromagnéticas

### Ondas eletromagnéticas - Luz e cores: “simplesmente” ondas eletromagnéticas

No final do século XIX, foi sistematizada uma teoria - o eletromagnetismo - demonstrando que os fenômenos elétricos, magnéticos e ópticos são de mesma natureza. Essa teoria previu a existência das ondas eletromagnéticas e obteve uma velocidade para sua propagação: 300 000 km/s. Essa é também a velocidade da luz, igualmente uma onda eletromagnética.

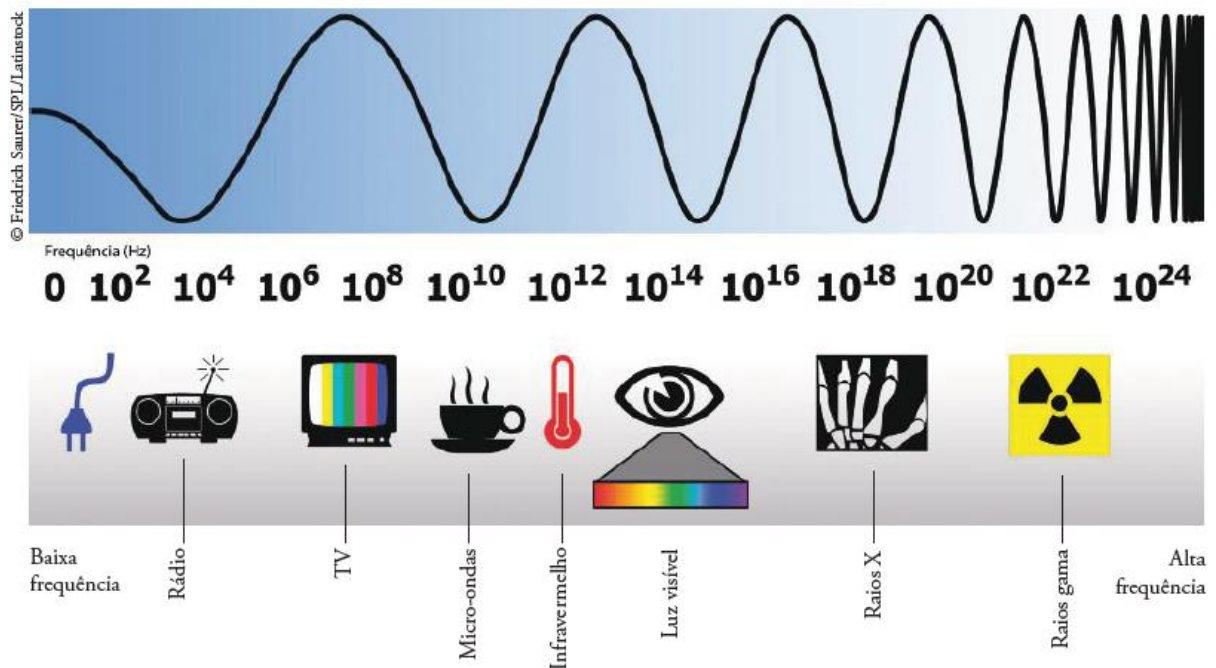
Um elétron em movimento acelerado emite uma onda eletromagnética. Se um elétron mover-se para cima e para baixo, oscilando em torno de um ponto, seu campo elétrico move-se junto. Acontece que, quando um campo elétrico varia, ele gera um campo magnético. Assim, toda carga em movimento, além de gerar um campo elétrico, também cria um campo magnético. Isso ocorre porque todo campo elétrico variável cria um campo magnético e vice-versa. Com isso, uma carga, ao se mover, movimenta seu campo elétrico. Este, ao variar, gera um campo magnético variável que, por sua vez, gera um campo elétrico variável que vai gerar um campo magnético variável que vai gerar...

Ou seja, os campos elétricos e magnéticos variáveis geram um ao outro e são emitidos pela carga oscilando como uma onda eletromagnética. Essa é a “coisa” detectada, por exemplo, quando você liga um rádio ou atende a uma chamada no celular. Os elétrons do fio, ao se moverem, emitem uma onda eletromagnética capaz de ser detectada pelo rádio e pelo aparelho telefônico. Essas ondas eletromagnéticas

---

<sup>4</sup> O sentido dado aqui ao termo “validar”, é de que pelo menos as questões foram elaboradas, aplicadas e reelaboradas. Portanto, passaram por especialistas da área, por professores do mesmo nível para a qual as questões foram planejadas, aplicadas em sala de aula e por fim reelaborado após todas essas etapas buscado aperfeiçoamento. Sugerimos a leitura do artigo de Guimarães e Giordan (2013) para compreender melhor sobre a validação e em especial de uma SD.

estão presentes todo o tempo em nosso mundo. A maioria dos equipamentos elétricos tem seu funcionamento baseado nelas. Certamente, seu corpo está sendo atravessado por milhares de ondas eletromagnéticas neste exato momento, desde as emissoras de rádio e TV até radiações de origem cósmica.



A quantidade de vezes que uma carga oscila em um segundo é o que chamamos de frequência.

Assim, se esse elétron oscilasse 100 mil vezes (10<sup>5</sup>) por segundo, você começaria a notar uma interferência no rádio. Ou seja, nessa frequência, ele estaria emitindo uma onda de rádio. Se ele aumentasse sua oscilação para 10<sup>13</sup> vezes por segundo, você começaria a sentir um calor emanando dele. Isso quer dizer que, nessa frequência, ele estaria emitindo uma onda chamada de infravermelho. Ao chegar em 4 . 10<sup>14</sup> oscilações por segundo, ele emitiria luz vermelha. Ao continuar aumentando a frequência de oscilação, ele iria emitir amarelo, verde, azul e, quando se aproximasse de 10<sup>15</sup> vezes por segundo, ele emitiria violeta.

Dessa forma, a frequência de vibração do elétron define a frequência da onda eletromagnética que ele emite, determinando propriedades fundamentais dessas ondas, como a capacidade de produzir calor, de atravessar materiais, de ser captadas pelos nossos olhos etc.

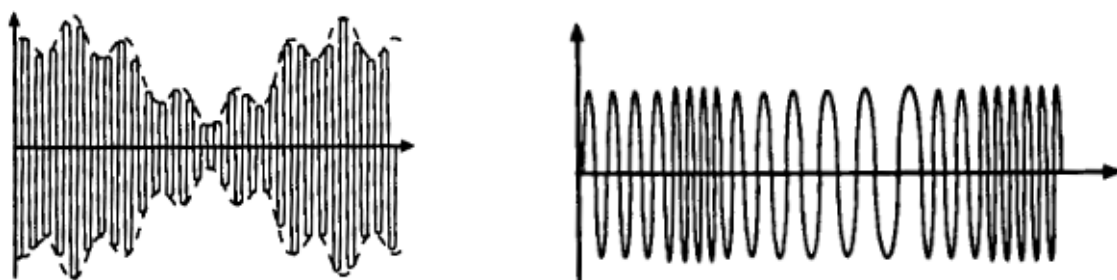
A unidade utilizada para frequência é o hertz (Hz), em homenagem ao físico que gerou e detectou pela primeira vez as ondas de rádio. Um hertz corresponde a uma oscilação por segundo.

Chamamos de luz visível apenas a pequena faixa de frequências que nossos olhos são capazes de detectar (de 4 . 10<sup>14</sup> Hz a 7,5 . 10<sup>14</sup> Hz). A maioria das ondas

eletromagnéticas é invisível para nós: micro-ondas, ondas de rádio, infravermelho, ultravioleta, raios X etc. [...]

## Espectro eletromagnético

Estamos “imersos” em ondas eletromagnéticas transmitidas pela TV, pelas estações de rádio AM e FM, pelas conversas por celular, pelos dados em redes *wi-fi* etc. Cada uma dessas ondas possui frequências diferentes, de modo que os sinais podem ser todos separados. Como foi visto na Situação de Aprendizagem 14, pode-se facilmente transmitir ruído. E como transmitir dados, músicas e imagens? Numa onda desordenada, como o estalo ouvido no rádio, nenhuma informação codificada pode ser transmitida. Para que haja transmissão de informações, como áudio ou vídeo, utilizam-se ondas senoidais. Inicialmente, uma informação é transformada em corrente elétrica pelo dispositivo que vai transmiti-la. Contudo, essas correntes elétricas têm frequências muito baixas e, por isso, não são apropriadas para ser transmitidas a longas distâncias. Assim, ondas eletromagnéticas de alta frequência “carregam” a informação codificada nessas correntes elétricas. Tais ondas são chamadas de ondas portadoras e é a sua frequência que sintonizamos quando ouvimos determinada estação de rádio. Por exemplo, no gráfico “Onda sonora”, temos a representação de uma onda sonora já transformada em sinal elétrico. No gráfico “Sua onda portadora”, temos uma onda senoidal, que será a onda que vai “carregar” o sinal elétrico gerado pela onda sonora. Assim, quando se ouve uma transmissão de rádio FM, 98,6 MHz, por exemplo, isso significa que um transmissor gerou uma onda senoidal exatamente com essa frequência. O mesmo ocorre com as transmissões AM, UHF, VHF etc. Além disso, o uso das ondas senoidais permite que uma grande quantidade de aparelhos use as mesmas faixas de frequência ao mesmo tempo.



Fonte: GREF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física). *Leituras de Física:*

eletromagnetismo 5. Disponível em: <<http://www.if.usp.br/gref/eletro/eletro5.pdf>>. Acesso em: 18 nov. 2013.

## AM e FM

Para que uma onda senoidal contenha informação, é necessário modulá-la. Esse processo produz alterações na amplitude ou na frequência da onda portadora, de

modo a torná-la idêntica à das correntes elétricas que representam as informações transmitidas. As duas formas mais comuns de modulação são justamente a AM (amplitude modulada) e a FM (frequência modulada).

Assim, você deve compreender que nos dispositivos eletrônicos de comunicação existem transmissores e receptores (simultaneamente ou não). O princípio fundamental é que determinada informação (como o som da voz de alguém, imagens de um programa de TV ou uma música) é codificada e transmitida por meio de ondas eletromagnéticas pelo transmissor. O receptor recebe essas ondas e decodifica as informações recebidas. Nesse processo, os dois dispositivos utilizam antenas para transmitir e captar as ondas eletromagnéticas. Um celular é um rádio que possui um transmissor e um receptor que podem funcionar ao mesmo tempo. Sua operação depende de contínua comunicação com estações de retransmissão, cujas antenas estão distribuídas por regiões onde há atuação da operadora de telefonia móvel.

Com a energia que essas ondas eletromagnéticas transportam, elas são capazes de fazer os elétrons das antenas que as recebem passar a oscilar, gerando assim uma corrente elétrica, que varia na mesma frequência da onda. Sintonizar um rádio, uma TV ou um celular significa permitir que os elétrons de suas antenas oscilem na frequência exata da onda eletromagnética portadora da informação. Somente quando isso ocorre o sinal enviado pela estação pode ser captado, permitindo assim a decodificação da informação, tornando-a acessível. É por isso que uma ligação de celular “aciona” somente determinado aparelho telefônico, visto que os elétrons de sua antena, junto com seus circuitos internos, estão “aptos” a vibrar somente em uma frequência bem determinada. Por isso, apenas o celular para o qual você está ligando toca.

Perceba que a compreensão do espectro eletromagnético é essencial para o entendimento do mundo em que vivemos. Em termos de interação, captamos muito pouco do espectro eletromagnético com nossos sensores naturais. Por exemplo, nossos olhos captam muito pouco do espectro eletromagnético (olhe novamente o espectro e veja como a faixa do visível é bem pequena). Assim, todo um universo é invisível para nós. Isso significa que diferentes espécies se relacionam de maneira diferente com o mesmo mundo, de acordo com os sensores que possuem. Alguns animais, como a cobra, captam o infravermelho e, então, diferentemente de nós, “enxergam” pelo calor. Nós, seres humanos, somos capazes de sentir o calor na pele, mas não podemos vê-lo, exceto quando utilizamos visores ou miras sensíveis ao infravermelho, como as de certas armas para atirar no escuro.

Elaborado por Guilherme Brockington especialmente para o São Paulo faz escola.

## Perguntas

1. Qual é a diferença entre as transmissões AM, FM, VHF e UHF?

2. O que o funcionamento de um celular e o de um rádio têm em comum? Justifique.

3. Sabendo que a velocidade de propagação de uma onda é dada por  $v = \lambda \cdot f$  (onde  $\lambda$  é o comprimento da onda e  $f$  é a frequência), que a velocidade de propagação da luz no vácuo é a mesma para diferentes frequências e que uma onda na região do infravermelho tem o comprimento de onda maior que o de uma onda na região do ultravioleta, diga qual delas tem maior energia. Justifique.<sup>5</sup>

4. Pesquise em seu livro didático de Física, na biblioteca de sua escola ou na internet:

Qual é a faixa de frequência e energia de micro-ondas, raios X e raios  $\gamma$  (gama)?

---

<sup>5</sup> Talvez seja necessário demonstrar ao aluno que a frequência é diretamente proporcional à energia. E que o ultravioleta possui maior energia, pois seu comprimento de onda é menor e, portanto, sua frequência é maior e assim mais energético.

## 11- Experimentos: de Oesterd, um eletroímã caseiro e o rádio de galena

O objetivo é construir conceitos de onda eletromagnética, numa sequência de experimentos. Portanto, o experimento de Oesterd demonstra que corrente elétrica gera um campo magnético percebido pela bússola. O eletroímã caseiro é para reforçar esse entendimento. O experimento do rádio de galena foi proposto para que os alunos percebessem que as ondas eletromagnéticas geram uma corrente induzida no circuito, fato que será verificado quando os alunos ouvirem uma transmissão de uma rádio sintonizada.

### ❖ O experimento de Oesterd

A prática experimental inicia com a leitura em grande grupo e intercalada de trechos selecionados do artigo de Chaib (2007). Na leitura deve ficar claro ao aluno o contexto histórico e a ideia básica do experimento, o professor deve certificar que de acordo com o avanço da leitura, estes contextos estão claros para o aluno. Logo, o professor pode explicar a leitura de cada parágrafo ou fazer perguntas aos alunos sobre o que acabaram de ler.

Após a leitura em grande grupo, leia novamente a parte grifada do texto para a reprodução do experimento. Após a realização do experimento de Oesterd, questione aos alunos se de fato em nosso experimento escolar, era capaz de concluir como Oesterd, que cargas elétricas em movimento produzem um campo magnético.

### Roteiro experimental

#### O experimento de Oesterd

Oersted (1777-1851) estava entre os pesquisadores que acreditavam que os efeitos magnéticos são produzidos pelos mesmos poderes que os elétricos. Para tentar confirmar suas ideias, realizou experiências a fim de buscar uma relação entre uma agulha imantada e o “conflito elétrico.” Esse termo utilizado por Oersted vinha de sua concepção da natureza da corrente elétrica. Ele imaginava que existiam duas correntes em um fio metálico ligado a uma bateria, uma positiva e outra negativa, fluindo em sentidos opostos. Elas teriam que se encontrar e se separar várias vezes ao longo do fio. Segundo Oersted, a eletricidade se propaga “por um tipo de contínua decomposição, e recomposição, ou melhor, por uma ação que perturba o equilíbrio em cada momento, e o restabelece no instante seguinte. Pode-se exprimir essa sucessão de forças opostas que existe na transmissão da eletricidade, dizendo que a eletricidade sempre se propaga de modo ondulatório.

Tendo isso em vista, Oersted colocou um fio metálico paralelo a uma agulha magnética que estava orientada ao longo do meridiano magnético terrestre. Ao passar uma corrente elétrica constante no fio observou que a agulha era defletida de sua direção original. Tal descoberta foi descrita na Academia Real de Ciências da França em 4 de setembro de 1820 pelo então presidente Arago. Diante da descrença generalizada, este repetiu a experiência de Oersted perante a Academia em 11 de setembro.

É importante ter em mente as dificuldades da realização prática do experimento, bem como sua concepção. O tipo de materiais utilizados na época para a realização da experiência era muito diferente do que temos hoje em dia. Oersted usou uma grande pilha como fonte de corrente elétrica. Não temos detalhes da força eletromotriz produzida pela pilha, mas, em termos de comodidade e praticidade, não se compara a uma pequena bateria moderna de 9 V.

## Objetivo

Verificar que corrente elétrica produz campo magnético.

## Materiais

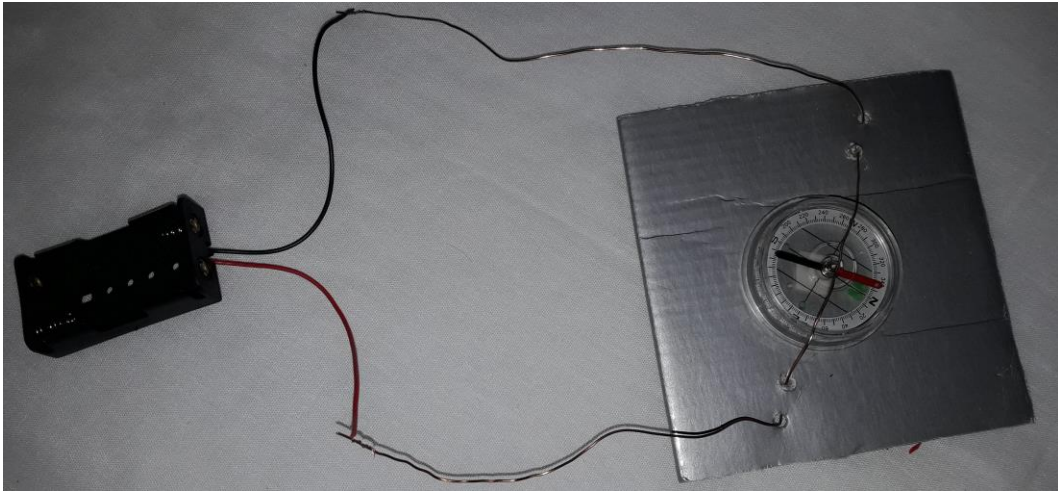
Os materiais utilizados:

- Uma pilha AA (1,5 V);
- Fio de cobre AWG 24;
- Suporte
- Bússola;
- Estilete.

## Montagem

1. Fixe o fio de cobre sobre o suporte, de modo que haja um espaço para que a bússola fique em baixo do fio (ver figura 1).
2. Raspe as pontas do fio com estilete retirando o esmalte;
3. Conecte as pontas dos fios em cada polo das pilhas fechando o circuito.

Figura 2: Montagem do experimento didático de Oesterd



Fonte: Próprio autor.

### Testes para o aluno responder

Ao conectar as pilhas, a bússola moveu em qual direção?

Ao inverter as posições dos fios a bússola moveu na mesma direção?

O que explica a mudança de direção do movimento da bússola?



## ❖ O eletroímã caseiro

Para o experimento do eletroímã caseiro, devem ser entregues aos alunos cada um dos materiais e as instruções do roteiro devem ser seguidas. A atividade pode ser feita em dupla. Mesmo que o roteiro tenha sido disponibilizado para os alunos com os procedimentos, e devido a simplicidade do procedimento, a leitura pode ser feita em grande grupo para certificar que cada um dos alunos compreenda o que é pedido, para a correta construção do “eletroímã” e assim com instrução oral os procedimentos podem ser replicados pelos alunos

### Roteiro experimental

#### Explorando a descoberta de Oersted: um eletroímã caseiro

#### Objetivo

Mostrar que é possível criar um ímã com o uso da eletricidade

#### Materiais

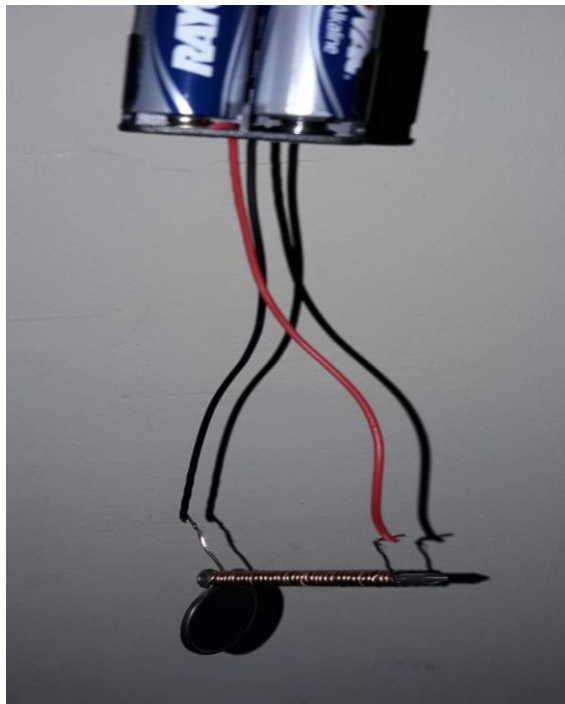
Os materiais utilizados:

- Prego de aço;
- Suporte para duas pilhas AA (1,5 V);
- Fio de cobre AWG 24;
- Estilete;
- Bússola;
- Moedas; e
- Clips; e
- Lápis.

## Montagem

1. Enrole um fio condutor no prego;
2. Deixe duas pontas de fios em cada extremidade livre;
3. Raspe as pontas dos fios com estilete retirando o esmalte;
4. Conecte os fios do suporte das pilhas em cada ponta dos fios (Conforme figura 2);
5. Encaixe as duas pilhas.

Figura 3: Eletroímã caseiro com uma moeda para demonstração



Fonte: Próprio autor.

## Testes para o aluno responder

Aproxime uma bússola ao eletroímã. O que você observou?

Aproxime moedas ao eletroímã. O que você observou?

Aproxime um lápis ao eletroímã. O que você observou?

Aproxime clips ao eletroímã. O que você observou?

É seguro dizer que o prego nessa condição é um ímã? Como você chegou nessa conclusão?

Que processo explica esse fenômeno do prego se comportar como ímã?

### ❖ O rádio de galena

O professor deve preparar o rádio de galena, com bastante antecedência para evitar eventuais problemas em sua demonstração. Após os alunos serem conduzidos ao ambiente onde o experimento é demonstrado, deve ser explicado a função de componente, bem como o funcionamento do equipamento e convidar cada aluno para ouvir a rádio sintonizada e, no momento oportuno, realizar as perguntas do roteiro. As questões do roteiro que os alunos não compreenderam corretamente, podem ser explicadas mais de uma vez, para que com entendimento correto, eles possam responder as questões no roteiro.

### Materiais e Métodos

O rádio de Galena era muito utilizado no Brasil em 1920, 1930 e durante a segunda grande guerra. Ele capta apenas modulação AM

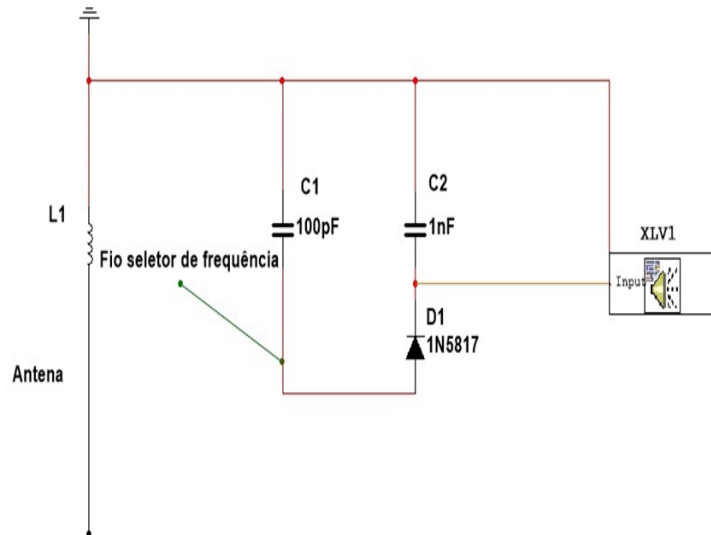
A galena é sulfeto de chumbo natural e é um dos primeiros semicondutores conhecido. Neste caso, não utilizamos a galena, mas um diodo que faz a sua função na construção do rádio receptor. Existem vários livros, vídeos e modelos ensinando a construção, sendo assim, foi escolhido o tutorial mais simples e rústico possível, para que o aluno observasse que com poucos itens é possível a construção de um rádio receptor (ALMENDROS, 2008; BRAGA, 2013).

Os componentes utilizados, foram:

- 1 capacitor cerâmico de 1nF;
- 1 diodo Schottky 1N5817;
- 1 capacitor cerâmico de 100pF;
- 1 autofalante de alta impedância ( $8\Omega$ );
- 30 metros de fio de cobses esmaltado AWG 24;
- Um tubo PVC;
- Pregos; e
- Uma placa de madeira.

O circuito deverá ter o formato, conforme a figura 3.

Figura 4: Esquema técnico do rádio de galena

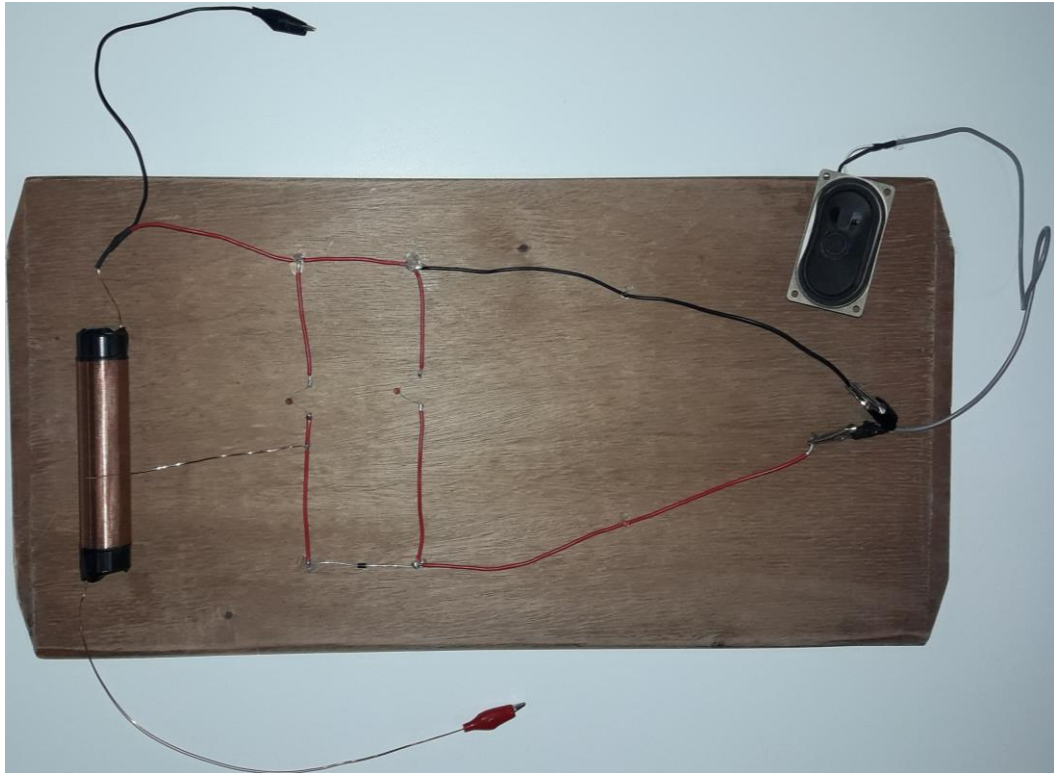


Fonte: Próprio Autor.

Esquema ilustrativo da figura 4, demonstra o kit experimental usado em sala de aula. Composto por uma antena de 30 metros de fio de cobre esmaltado AWG 24, (L1) indutor de 140 voltas, (C1) capacitor cerâmico de 100 pF, (C2) capacitor cerâmico de 1 nF, (D1) 1 diodo Schottky 1N5817, (XLV1) um autofalante de alta impedância ( $8\Omega$ ).

Em nossa montagem o rádio seguiu o esquema técnico da figura 3. Na figura 4 pode ser observado uma foto do rádio utilizado pelos alunos.

Figura 5: Esquema ilustrativo mostrando o rádio de galena construído.

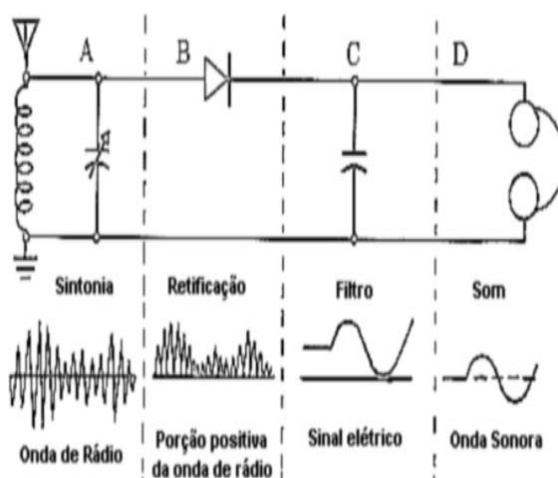


Fonte: Próprio Autor.

Nele foi possível sintonizar a rádio AM de frequência 1820 KHz, que corresponde a Radio Educadora de Limeira - SP. A antena emissora está aproximadamente a um raio de distância de 2,36 Km da escola.

O funcionamento da rádio de galena, somente é possível, graças a um campo magnético variável que induz uma corrente elétrica na bobina, em nosso caso a torre emissora da rádio cria esse campo magnético e o indutor transforma em corrente elétrica. Os capacitores servem para sintonia e filtragem da onda e o diodo para retificação da onda, por fim o alto falante que transforma em onda sonora o sinal da radio AM. Esses detalhes são melhores explicados na figura 5.

**Figura 6:** Esquema ilustrativo mostrando o circuito elétrico da rádio com os conceitos físicos que ocorrem com cada elemento do circuito.



Fonte: extraída de Almendros (2008) p. 8.

A antena capta ondas eletromagnéticas que criam uma corrente elétrica alternada. Ao variar o cursor que está acoplado ao capacitor, sobre o número de voltas da bobina, é possível diminuir ou aumentar a indutância e conseqüentemente sua capacitância e assim é captado a frequência da rádio, neste ponto a bobina e o capacitor age como um sintonizador.

A onda ao passar pelo diodo é retificada e torna-se contínua. Neste ponto devemos ressaltar que o sinal do rádio é composto de áudiofrequência e radiofrequência, e o segundo capacitor age, portanto como um filtro e deixa passar apenas o sinal da áudiofrequência, o sinal da radiofrequência é descartado indo para o terra do circuito e este sinal de áudiofrequência que vai para o alto-falante.

A bobina foi feita usando o mesmo fio esmaltado da antena, e após a montagem do circuito deve-se raspar o cobre esmaltado da parte superior da bobina e do fio seletor, porém apenas da parte superior, caso a outra parte da bobina seja raspada entre uma volta ou outra toda a bobina se perderá. É importante ressaltar que o cobre oxida facilmente, logo todo vez que for usar o circuito é interessante raspar os contatos do fio seletor e a bobina. Outra informação que deve ser enfatizada é que, para a melhor qualidade do som, é imperativo ter um bom aterramento.

## Roteiro experimental

### Um receptor de ondas eletromagnéticas: o rádio de Galena

Um dos primeiros semicondutores utilizados foi a galena que é o minério de chumbo mais abundante na natureza. "Galena" é a denominação vulgar do sulfeto de chumbo (PbS) que contem 86,6% de chumbo (Pb) e 13,4% de enxofre (S). O cristal de galena foi utilizado durante muito tempo devido à sua grande eficiência na detecção das ondas de rádio, sendo inclusive empregado na construção de receptores improvisados durante a segunda guerra mundial, em toda a Europa.

Além disso recentemente, substituiu-se a galena por semicondutores de germânio ou silício. Entretanto, por força do hábito, qualquer receptor pequeno e simples, como que propomos adiante, continua sendo chamado "radio-galena", mesmo que semicondutor utilizado seja outro.

### Perguntas para o aluno responder

Você imaginaria que um circuito elétrico poderia funcionar sem estar conectado a uma tomada ou bateria? Como é possível o rádio funcionar?

Quando alteramos o fio seletor da bobina qual propriedade física estamos alterando? Explique.

O que a antena está captando e como é possível sair som no alto-falante? Explique.

Por que os rádios precisam estar ligados numa tomada ou terem bateria para funcionarem?

## 12- Avaliação de ondas mecânicas, eletromagnéticas e avaliação das aulas

Ao término das atividades é feita uma última avaliação para verificar capacidade de transferências de conceitos adquiridos em questões propostas e verificar se na visão do aluno a UEPS é facilitadora de aprendizagem.

Como os alunos não sabem como será a avaliação, podem ser usadas questões novas ou reutilizar questões que eles já estão familiarizados como método recursivo.

### Avaliação objetiva dos conteúdos de ondas e das aulas

#### Questões

1) Ao sintonizarmos uma estação de rádio ou um canal de TV em um aparelho, estamos alterando algumas características elétricas de seu circuito receptor. Das inúmeras ondas eletromagnéticas que chegam simultaneamente ao receptor, somente aquelas que oscilam com determinada frequência resultarão em máxima absorção de energia.

O fenômeno descrito é a

- a) Polarização
- b) Difração
- c) Ressonância
- d) Refração
- e) Interferência

2) O primeiro forno de micro-ondas foi patenteado no início da década de 1950 nos Estados Unidos pelo engenheiro eletrônico Percy Spence. Fornos de micro-ondas mais práticos e eficientes foram desenvolvidos nos anos 1970 e a partir daí ganharam grande popularidade, sendo

amplamente utilizados em residências e no comércio. Em geral, a frequência das ondas eletromagnéticas geradas em um forno de micro-ondas é de 2450 MHz. Em relação à Física de um forno de micro-ondas, considere as seguintes afirmativas:

I. Um forno de micro-ondas transmite calor para assar e esquentar alimentos sólidos e líquidos.

II. O comprimento de onda dessas ondas é de aproximadamente 12,2 cm.

III. As ondas eletromagnéticas geradas ficam confinadas no interior do aparelho, pois sofrem reflexões nas paredes metálicas do forno e na grade metálica que recobre o vidro da porta.

Assinale a alternativa correta.

- a) Somente a afirmativa I é verdadeira.
- b) Somente a afirmativa II é verdadeira.
- c) Somente a afirmativa III é verdadeira.



d) Somente as afirmativas I e II são verdadeiras.

e) Somente as afirmativas II e III são verdadeiras

3) Quando o badalo bate num sino e o faz vibrar comprimindo e rarefazendo o ar nas suas proximidades, produz-se uma onda sonora. As ondas sonoras no ar são \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_. A velocidade das ondas sonoras em outro meio é \_\_\_\_\_.

Selecione a alternativa que preenche corretamente as lacunas.

a) eletromagnéticas - transversais - igual

b) mecânicas - longitudinais - igual

c) mecânicas - transversais - diferente

d) eletromagnéticas - longitudinais - igual

e) mecânicas - longitudinais - diferente

4) As ondas eletromagnéticas foram previstas por Maxwell e comprovadas experimentalmente por Hertz (final do século XIX). Essa descoberta revolucionou o mundo moderno. Sobre as ondas eletromagnéticas são feitas as afirmações:

I. Ondas eletromagnéticas são ondas longitudinais que se propagam no vácuo com velocidade constante  $c = 3,0 \times 10^8$  m/s.

II. Variações no campo magnético produzem campos elétricos variáveis que, por sua vez, produzem campos

magnéticos também dependentes do tempo e assim por diante, permitindo que energia e informações sejam transmitidas a grandes distâncias.

III. São exemplos de ondas eletromagnéticas muito frequentes no cotidiano: ondas de rádio, micro-ondas e raios X.

Está correto o que se afirma em:

a) I, apenas.

b) II, apenas.

c) I e II, apenas.

d) I e III, apenas.

e) II e III, apenas.

5) O som não se propaga no vácuo porque:

a) é uma onda longitudinal;

b) é uma onda mecânica;

c) não é tridimensional;

d) é uma onda eletromagnética;

e) não é uma onda estacionária.

### Avaliação das Aulas

6) Você acredita que aprendeu mais com conteúdo desse jeito com aulas no Datashow, experimentos, textos e etc? Explique.

7) Durante nossas aulas, tentamos explorar algumas formas de trabalho, como leitura de textos, aulas

expositivas com datashow, experimentos, etc. Como você avalia essas aulas?

- ( ) Péssima
- ( ) Ruim
- ( ) Regular
- ( ) Boa
- ( ) Muito boa

Justifique:

8) Dentre os seguintes experimentos:

- [ ] Cordas e molas;
- [ ] Tubo de Kundt;
- [ ] Experimento de Oesterd;

[ ] Eletroímã caseiro;

[ ] Radio de Galena.

Qual mais chamou sua atenção? Porque?

9) Como você avalia o uso dos experimentos nas aulas de física? Porquê?

10) O que você acha que poderia ter sido melhor em nossas aulas? Explique.

## 13- Atividade extra: Uma proposta para uma abordagem histórica do rádio

### Contexto histórico

A descoberta do rádio é frequentemente atribuída a Marconi, mas há controvérsias quanto a essa informação. Sendo assim, propomos a construção de um rádio de galena que era um rádio muito utilizado no Brasil em 1920 e 1930 e durante a segunda grande guerra. Ele capta apenas modulação AM (Braga,2013). Por ser um rádio com montagem de materiais de baixo custo e possuir funcionamento nada usual, pois funciona sem eletricidade, espera-se assim despertar a atenção dos alunos.

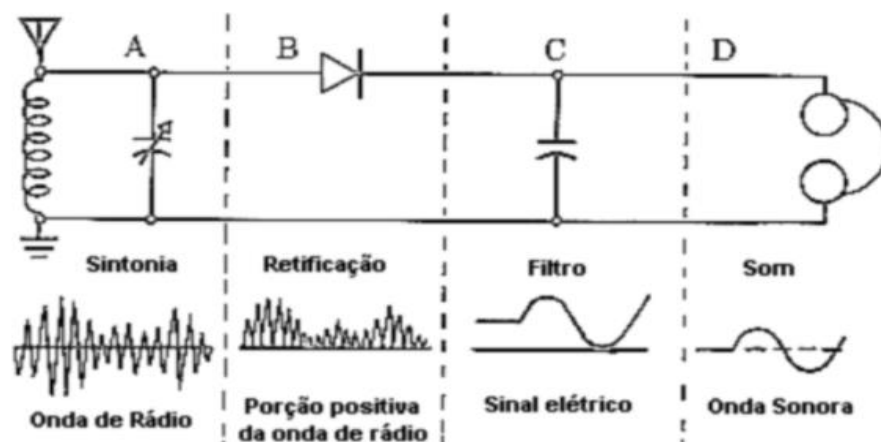
Existem dois momentos da linha do tempo do rádio que causa uma confusão. Com trabalhos de Hertz sobre ondas eletromagnéticas e outros como Faraday e Maxwell. Houve grandes estudos sobre o tema. Marconi foi o primeiro em 1896 a patentear um aparelho “transmissor de sinais sem fio”, e era um aparelho de telegrafia (Código Morse), em seguida fundou uma empresa e naturalmente com o aperfeiçoamento do seu aparelho, ele desenvolve o rádio ao ponto de ser comercializado. Porém, o Padre Landell de Moura em 1900 independentemente, consegue desenvolver o rádio ao enviar sua voz através do rádio e assim patenteou seu experimento no Brasil e Estados Unidos

Independentemente de quem inventou o rádio acaba tendo um papel social fundamental em nossa sociedade, nesse sentido o rádio também teve um papel social bastante interessante durante a segunda guerra mundial: manter as tropas informadas sobre os avanços e retrocessos que o exército sofria. Esse papel é bem retratado no filme Guerra de Hart (2002), que retrata prisioneiros americanos utilizando um rádio de galena para se manterem informados sobre o avanço dos aliados. Portanto, é possível ter também uma abordagem com Ciência, Tecnologia e Sociedade.

A galena é sulfeto de chumbo natural e é um dos primeiros semicondutores conhecido. Posteriormente a galena foi substituída pelo diodo. E a partir de então houve toda a evolução do rádio com avanço da eletrônica.

O funcionamento do rádio de galena é possível graças a um campo magnético variável que induz uma corrente elétrica na bobina. A torre emissora da rádio cria esse campo magnético variável e o indutor o transforma em corrente elétrica. Os capacitores servem para sintonia e filtragem da onda e o diodo para retificação da onda. Por fim, o alto falante transforma em onda sonora o sinal da radio AM. Esses detalhes são melhores explicados na Figura 7.

**Figura 7:** Esquema ilustrativo mostrando o circuito elétrico da rádio com os conceitos físicos que ocorrem com cada elemento do circuito.



Fonte: Figura extraída de Almendros (2008).

A antena capta ondas eletromagnéticas que criam uma corrente elétrica alternada. Ao variar o cursor que está acoplado ao capacitor sobre o número de voltas da bobina, é possível diminuir ou aumentar a indutância e, conseqüentemente, sua capacitância. Assim é captado a frequência do rádio. Neste ponto, a bobina e o capacitor agem como um sintonizador.

A onda ao passar pelo diodo é retificada e torna-se contínua. Assim devemos ressaltar que o sinal do rádio é composto de áudiofrequência e radiofrequência, e o segundo capacitor age, portanto, como um filtro e deixa passar apenas o sinal da áudiofrequência, o sinal da radiofrequência é descartado indo para o fio terra do circuito e este sinal de áudiofrequência que vai para o alto-falante.

### Atividade colaborativa

Essas perguntas podem ser levadas aos alunos, como pesquisa após a apresentação do experimento:

- Quem inventou o rádio?
- Quem foi Landell de Moura?
- Você acredita que houve alguma injustiça com o Padre Landell de Moura?
- Como funciona o rádio de galena?
- Qual a diferença do rádio de galena para o rádio utilizado hoje em dia?
- A mudança do sinal analógico (AM e FM) do rádio para a sinal digital de rádio é uma ideia em desenvolvimento em vários países. Você acha realmente necessário acabar com o sinal analógico do rádio e transferir todos as emissoras de rádio para digital junto com os rádios receptores?

## Considerações Finais

A UEPS é algo dinâmico, portanto, todas as atividades devem ser concebidas levando em consideração o aluno. Logo, o nível de conhecimento do aluno ditará o ritmo e a complexidade de cada atividade, sendo assim, é necessário que o professor dialogue com alunos e atente para qualquer evidência de aprendizagem, ao longo de cada atividade. O interesse é pela aprendizagem e não por cumprir conteúdos de algum currículo.

Este material de apoio às aulas não deve ser encarado como um manual de aula. Deve ser visto como uma sugestão de atividades que foram anteriormente utilizados em uma sala de aula comum, seguindo as orientações de construção de uma UEPS dadas por Moreira (2011) e que obteve resultados positivos para que aulas se tornassem mais dinâmicas, e que alunos se sentiram mais motivados, gostando não apenas das aulas, mas de realizar os experimentos, ler textos e construir mapas conceituais.

Ao disponibilizá-lo, esperamos que a sequência didática produzida por nós tenha um impacto positivo em seus alunos e, assim, tornando as aulas de Física cada vez mais compreensíveis aos alunos de modo que eles realmente aprendam. Esperamos também que motive cada leitor deste produto educacional a desenvolver a sua própria Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, que nosso relato inspire a desenvolver sua própria Unidade de Ensino independentemente do tema que venha a escolher.

## BIBLIOGRAFIA

ALMENDROS, F. M. **Rádio de Galena**. Relatório final de curso. Unicamp, 2008. Disponível em: <[http://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530\\_F590\\_F690\\_F809\\_F895/F809/F809\\_sem2\\_2008/FelipeMAlmendros\\_DavidSoares\\_F609\\_RF2.pdf](http://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530_F590_F690_F809_F895/F809/F809_sem2_2008/FelipeMAlmendros_DavidSoares_F609_RF2.pdf)> . Acessado em: 24 julho de 2017.

AUSUBEL, David P. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. 1 ed. Lisboa: Plátano, 2003.

BRAGA, Newton. C. Utilizando a energia gerada por pequenos motores. In **Projetos eletrônicos educacionais com energia alternativa**. 1 ed. São Paulo: Clube de Autores, 2013.

CHAIB, J. P. M. C.; ASSIS, A. K. T. Experiência de Oersted em sala de aula. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 1, p. 41-51, 2007

MOREIRA, Marco Antonio. *Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa*. Porto Alegre: Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1997). Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf> Acesso em: janeiro, 2018.

MOREIRA, Marco Antonio. *O que é afinal aprendizagem significativa?* Cuiabá: Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso (2010). Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/oqueefinal.pdf> Acesso em: janeiro, 2018.

MOREIRA, Marco Antonio. Unidade de ensino potencialmente significativas-UEPS Porto Alegre: Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2011). Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/UEPSport.pdf> Acesso em: janeiro, 2018.

MORINI, LIZANDRA B. M. *Atividades experimentais de Física à luz da epistemologia de Laudan: ondas mecânicas no ensino médio*. 2009. 134 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

PENA, Rodolfo F. Alves. "Escala Richter"; *Mundo Educação*. Disponível em <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/escala-richter.htm>>. Acesso em 12 de setembro de 2017.

SANTOS, Antonio Carlos F.; AGUIAR, Carlos Eduardo. Ondas e terremotos. **Rio de Janeiro: Instituto de Física/Universidade Federal do Rio de Janeiro**, 2012.

SANTOS, GRAZIELY A. S. *Desenvolvimento de uma Unidade de Ensino Potencialmente significativa para o Ensino do Conceito de Ondas*. 2015. 94 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.

SEE/SP. Secretaria da Educação do Estado de São Paulo. A identidade das ondas eletromagnéticas. In: **Caderno do aluno**. (Ciências). Vol. 2 São Paulo: IMESP, 2014.

SEE/SP. Secretaria da Educação do Estado de São Paulo. O Espectro Eletromagnético. In: **Caderno do aluno**. (Física). Vol. 2 São Paulo: IMESP, 2014.