



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB**

**Weudes lima Bomfim**

**USO DE MULTIMEIOS NO ESTUDO DE ONDAS NO ENSINO  
MÉDIO**

**PRODUTO EDUCACIONAL**

Vitória da Conquista - BA

2022

**Weudes Lima Bomfim**

## **USO DE MULTIMEIOS NO ESTUDO DE ONDAS NO ENSINO MÉDIO**

Produto Educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia como parte das exigências do Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF) para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Orientador: Prof. Dr. Ferdinand Martins da Silva  
Coorientadora: Profa. Dra. Cristina Porto Gonçalves

Vitória da Conquista - BA

2022

## Sumário

<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>4</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>5</b>
<b>2. OBJETIVO .....</b>	<b>6</b>
<b>3. CONTEÚDOS ABORDADO NA UEPS .....</b>	<b>7</b>
3.1 Estudo das ondas .....	7
3.2 Classificação das Ondas quanto à natureza .....	7
3.2.1 Ondas Mecânicas .....	7
3.2.2 Ondas Eletromagnéticas .....	8
3.3 Classificação das Ondas quanto à Vibração (forma).....	8
3.3.1 Ondas Transversais .....	8
3.3.2 Ondas Longitudinal .....	8
3.4 Classificação das Ondas quanto à Dimensão .....	10
3.4.1 Ondas unidimensionais.....	10
3.4.2 Ondas bidimensionais.....	10
3.4.3 Ondas tridimensionais .....	10
3.5 Ondas Periódicas .....	10
3.5.1 Características.....	10
3.5.2 Elementos das ondas periódicas .....	11
3.6 Ondas Sonoras .....	12
3.6.1 A formação das ondas sonoras .....	13
3.6.2 Qualidades fisiológicas das ondas sonoras .....	14
3.7 Natureza do Som .....	14
3.8 As ondas Eletromagnéticas.....	15
3.9 O Espectro Eletromagnético .....	15
<b>4. ETAPAS PARA REALIZAÇÃO DAS ATIVIDADES E APLICAÇÃO DA UEPS ...</b>	<b>16</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>25</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>28</b>

## APRESENTAÇÃO

Este Produto Educacional constitui-se num guia de orientação para os docentes do Ensino Médio, tendo como objetivo auxiliar os professores na utilização dos multimeios no Ensino de Ondas, tendo como suporte ao conceito de Aprendizagem Significativa desenvolvido por David Ausubel (1980).

Foi elaborado com base na dissertação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF, intitulada ***O USO DE MULTIMEIOS NO ESTUDO DE ONDAS NO ENSINO MÉDIO***, sob orientação do Prof. Dr. Ferdinand Martins da Silva, sendo um dos requisitos para o grau de mestre em Ensino de Física.

## 1. INTRODUÇÃO

O uso de Multimeios no Ensino de Física funciona como um suporte de informação (ou conteúdo) constituído por diversos materiais como Vídeos (Tik-Tok, Kwai, Youtube, produções próprias, etc.), Podcast, Experimentos Virtuais e Físicos, Atividades Lúdicas, hipermídias, etc., os quais caracterizam-se por um registro histórico e constante desenvolvimento, uma vez que a cada dia surge uma nova tecnologia.

Desse modo, o presente trabalho buscou investigar o potencial dessas ferramentas, utilizando como estratégia a elaboração e aplicação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa - UEPS, permitindo a análise do conhecimento prévio dos alunos sobre o tema Ondas, bem como o aprofundamento por meio de participação ativa e reflexiva dos estudantes.

Nesse sentido, surgiu a ideia de desenvolvermos o tema Ondas, a partir dos pressupostos teóricos metodológicos apontados por Moreira (2011) e Ausubel (1980), abordando a importância da mediação do professor para a elaboração de atividades e resoluções de problemas presentes no dia a dia do estudante relativo ao tema anteriormente citado. Por exemplo, quando alguém vai ao dentista e é submetido a um raio-X do dente, ou a uma radiografia do pulmão solicitada pelo médico, temos situações onde estão presentes as Ondas Eletromagnéticas. Da mesma forma, quando uma pessoa liga o rádio na faixa FM 99, a transmissão ocorre por meio das ondas de rádio. A visão do ser humano ocorre devido às ondas eletromagnéticas presentes na região do visível do espectro eletromagnético, e a utilização do aparelho celular. Tudo isso ocorre devido à existência das Ondas Eletromagnéticas.

O sonar é uma aplicação da Onda Mecânica. Esse instrumento funciona transmitindo ondas sonoras e normalmente é usado por navios para detectar e localizar objetos no fundo do oceano. Já na ecolocalização, o animal emite sons de altíssima frequência (inaudível para humanos) que retornam ao animal em forma de ecos, quando encontram obstáculos para que ele possa se localizar e saber a que distância encontra-se o obstáculo à sua frente. Os morcegos e os golfinhos, são animais que usam a ecolocalização para se orientar, conseguindo localizar obstáculos e presas. Outra aplicação, é a percepção do estouro da pipoca é devido à propagação de ondas sonoras e não das ondas eletromagnéticas.

## **2. OBJETIVO**

Desenvolver uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa - UEPS sobre o conteúdo de ONDAS, utilizando Multimeios e Atividades Experimentais baseadas em materiais de baixo custo e fácil aquisição, visando uma aprendizagem significativa por partes dos estudantes.

### 3. CONTEÚDOS ABORDADO NA UEPS

O tópico específico desenvolvido é o estudo das Ondas, onde sua configuração e procedimentos estará inserida no contexto da matéria de ensino [1º passo da UEPS, segundo Moreira (2011)].

Sugestão de Livro didático, para trabalhar ondas:

MARTIMER, Eduardo. **Matéria, Energia, e Vida** – Uma abordagem Interdisciplinar: Materiais, luz e som: modelos e propriedades. 1º ed. São Paulo: Scipione., 2020, P. 65 – 95.

#### 3.1 Estudo das ondas

Onda: é toda perturbação que se propaga no meio, transportando energia (e quantidade de movimento) sem o transporte de matéria. Exemplos: Luz, som e onda do mar).

São as ondas produzidas por uma perturbação num meio material (sólido, líquido ou gasoso), como, por exemplo, uma onda na água, propagação de uma onda sonora, gerado por um alto-falante, onda sonora produzida por um auto a vibração de uma corda de violão, a voz de uma pessoa. A principal característica das ondas, seja qual for sua classificação, é o transporte de energia. Podemos classificar as ondas quanto à sua:

- Natureza;
- Direção de propagação;
- Direção de vibração.

#### 3.2 Classificação das Ondas quanto à natureza

##### 3.2.1 Ondas Mecânicas

São as ondas produzidas por uma perturbação num meio material (sólido, líquido ou gasoso), como, por exemplo, uma onda na água, propagação de uma onda sonora, gerado por um alto-falante, onda sonora produzida por uma vibração de uma corda de violão, a voz de uma pessoa.

##### **Observação:**

- Em uma explosão no espaço, o som **NÃO** se propaga no vácuo;
- As Ondas Mecânicas necessitam de um meio material para se propagar;

- A velocidade do som aumenta com a densidade do meio. Ou seja, o som se propaga mais rápido e com maior intensidade (volume) no meio mais denso.

### **3.2.2 Ondas Eletromagnéticas**

São as ondas produzidas por variação de um campo elétrico e um campo magnético, tais como as ondas de rádio, de televisão, as micro-ondas e outras mais.

#### **Observação:**

- As Ondas Eletromagnéticas propagam-se no vácuo e em alguns meios materiais;
- No vácuo essas ondas se propagam com a velocidade da luz,  $c = 3 \cdot 10^8 \text{m/s}$ ;
- A velocidade da luz diminui com a densidade do meio.

### **3.3 Classificação das Ondas quanto à Vibração (forma)**

As ondas podem ser Transversais ou Longitudinais.

#### **3.3.1 Ondas Transversais**

As direções de vibração e de propagação são perpendiculares. Exemplos: Onda em uma corda, Luz, onda de rádio.

#### **3.3.2 Ondas Longitudinal**

São aquelas ondas cujas vibrações coincidem com a direção de propagação (mesma direção ou direção paralela). Na figura 1 temos dois exemplos de uma onda longitudinal, onda na mola e onda sonora.



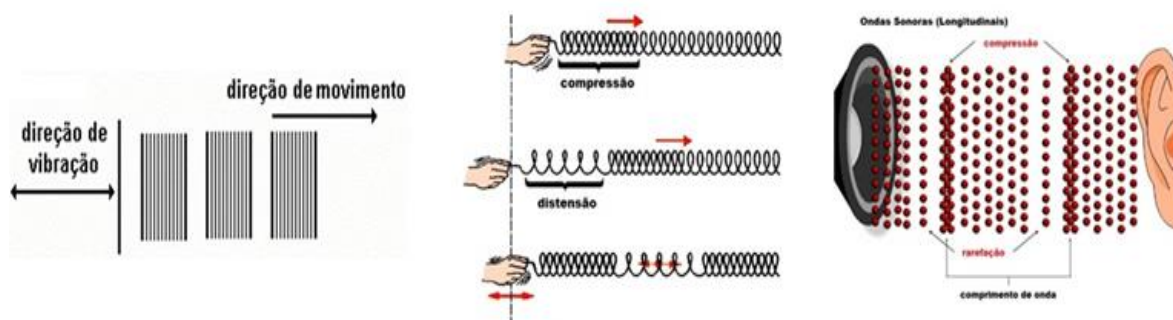


Figura 1 - Dois exemplos de Ondas Longitudinais.

Fonte: <<<http://alexandremedeirosfisicaastronomia.blogspot.com/2011/12/ondas-longitudinais-e-transversais.html>>>. Acesso em 12/01/2021.

### Observação:

- Segundo O Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas – IAG da Universidade de São Paulo – USP:

*“Ondas sísmicas são vibrações que se propagam por toda a Terra, originadas de terremotos, e explosões. São também chamadas de ondas elásticas. As deformações provocadas no meio durante a passagem das ondas elásticas são de dois tipos, variações do volume sem mudar a forma e variações da forma sem mudar o volume. O primeiro tipo é a onda P, são as ondas longitudinais que provoca sucessivas compressões e dilatações do meio, na direção em que se propaga a onda, sendo a onda sísmica com a maior velocidade. O segundo tipo é a onda S, provoca deformações de cisalhamento, com vibrações transversais à direção de propagação da onda, sua velocidade é menor que a da onda P, por isso é conhecida como onda cisalhante”.*

- Ondas sísmicas (na figura 2) originadas no foco do terremoto se manifestam desde o início tanto como ondas transversais quanto como ondas longitudinais.

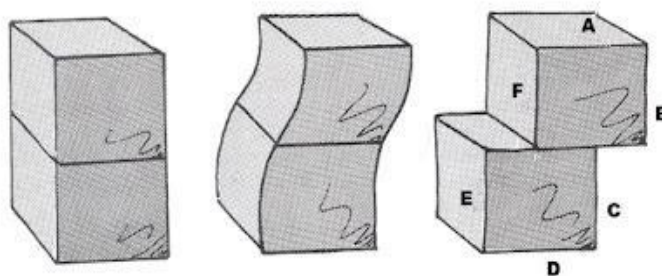


Figura 2 – Demonstração de uma onda sísmica.

Fonte: <<<http://alexandremedeirosfisicaastronomia.blogspot.com/2011/12/ondas-longitudinais-e-transversais.html>>>. Acesso em 12/01/2021.

- Uma explosão, seja ela subterrânea ou no ar, emite apenas um único tipo de ondas: ondas longitudinais de compressão. Um abalo sísmico detectado e que apresenta apenas ondas longitudinais, é o resultado de uma explosão e não de um terremoto natural.

### 3.4 Classificação das Ondas quanto à Dimensão

**3.4.1 Ondas unidimensionais** - são aquelas que se propagam em apenas uma direção. Por exemplo: onda em uma corda.

**3.4.2 Ondas bidimensionais** - são as ondas que se propagam em duas direções ou em um plano formado por dois eixos (plano cartesiano). Exemplo: ao jogar uma pedra na superfície de um lago formam-se ondas circulares que se propagam em duas dimensões.

**3.4.3 Ondas tridimensionais** - são as ondas que se propagam no espaço, ou seja, em todas as direções como, por exemplo: as ondas sonoras, luz de uma fogueira.

### 3.5 Ondas Periódicas

Quando um pulso segue o outro em uma sucessão regular tem-se uma onda periódica. Na figura 3 simula uma onda periódica, onde o formato das ondas individuais se repete em intervalos de tempo iguais.

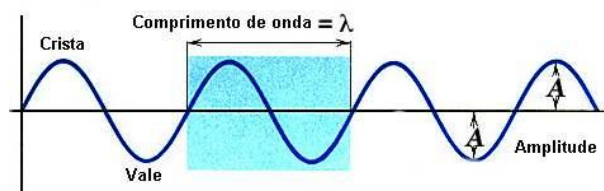


Figura 3 - Demonstração de uma Onda Periódica. Fonte <<<http://www.geocities.ws/saladefisica8/ondas/periodicas.html>>>. Acesso em 12/01/2021.

#### 3.5.1 Características

- Ondas periódicas (na figura 03) possuem período constante;
- Período é o intervalo de tempo de um pulso completar uma oscilação;
- As características dessas ondas são: amplitude (crista e vale), comprimento de onda, frequência, período e velocidade de propagação;
- Os pontos das cristas e dos vales oscilam em oposição de fase entre si;
- Os pontos das cristas oscilam em concordância de fase;
- Os pontos dos vales oscilam em concordância de fase;
- A frequência e o período se relacionam pelo inverso um do outro.

- Com a equação fundamental da ondulatória, é possível encontrar a velocidade de propagação da onda:

$$v = \lambda \cdot f \quad (1.00)$$

Onde:

$v$  = velocidade [Unidade no Sistema Internacional de Medidas (S.I.) é o metro por segundos (m/s);

$\lambda$  = Comprimento de onda [Unidade no S.I. é o metro(m)];

$f$  = frequência [Unidade no S.I. é o Hertz (Hz)]

### 3.5.2 Elementos das ondas periódicas

As ondas periódicas, como qualquer onda, possuem: amplitude (A), comprimento de onda ( $\lambda$ ), frequência (f), período (T) e velocidade de propagação (v).

**3.5.2.1 Amplitude (A)** - É a distância entre o eixo central e o ponto mais alto (crista) ou mais baixo da onda (vale). Sua unidade de medida no S.I. é o metro (m).

**3.5.2.2 Comprimento de onda ( $\lambda$ )** – É a medida de um ciclo completo da onda, ou seja, é a distância entre dois pontos consecutivos do meio que vibram em fase. que pode ser medido entre duas cristas, dois vales ou entre uma crista e um vale. Sua unidade de medida no S.I. é o metro (m).

**3.5.2.3 Frequência (f)** - É a quantidade de ciclos em um determinado intervalo de tempo. Ou seja, é o número de cristas ou vales consecutivos que passam por um mesmo ponto, em cada unidade de tempo. Se as cristas e os vales estão muito próximos, isso significa que a frequência da onda é alta, do contrário, a frequência é baixa. Sua unidade de medida no S.I. é o hertz (Hz). A frequência é o inverso do período ( $f = 1/T$ ).

**3.5.2.4 Período (T)** – É o intervalo de tempo para se completar um ciclo de onda, ou seja, é o tempo necessário para que duas cristas ou vales consecutivos passem pelo mesmo ponto. Por isso, o período é medido no intervalo de um comprimento de onda. Sua unidade de medida no S.I. é o segundo (s).

**3.5.2.5 Velocidade de propagação (v)** – Muda dependendo do meio onde a onda está, e é dada pela equação fundamental da ondulatória:  $v = \lambda/T = \lambda \cdot f$ . Sua unidade de medida no S.I. é o metro por segundo (m/s).

Observações:

- O comprimento de onda ( $\lambda$ ) é inversamente proporcional a frequência (f) no mesmo meio. Exemplo, para uma onda que se propaga em um certo meio, quanto maior o comprimento de onda, menor é a frequência.
- A velocidade da onda depende do meio, e a frequência da onda depende da fonte;
- Radiações eletromagnéticas possuem comprimentos de onda diferentes, mas possuem a mesma velocidade no vácuo.

### 3.5.2.6 Velocidade da onda em uma corda

A velocidade v de propagação de um pulso (meia onda) que se propaga numa corda esticada depende da intensidade da força (T) que a traciona e da densidade linear ( $\mu$ ), conforme a fórmula de Taylor:

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} \quad (1.01)$$

A densidade linear ( $\mu$ ) é a relação entre a massa (m) e o comprimento (L) da corda:  $\mu = m/L$ . Numa corda, a velocidade de propagação de uma onda é proporcional à raiz quadrada da tensão e inversamente proporcional à raiz quadrada da densidade. Ou seja, aumentando-se a tensão, aumenta-se a velocidade da propagação e aumentando-se a densidade da corda, a velocidade diminui.

Dessa fórmula podemos obter três conclusões a partir da observação dela: quanto maior o raio r de uma corda menor será a velocidade de propagação da onda na corda; quanto maior a força tensora F maior será a velocidade da onda; quanto maior a densidade absoluta  $\mu$  menor será esta velocidade.

## 3.6 Ondas Sonoras

Ondas Sonoras são ondas mecânicas que vibram em uma frequência de 20 a 20.000 hertz (Hz), sendo normalmente perceptíveis pelo ouvido humano. O som é a sensação que sentimos, através da audição pela ação desse tipo de onda. Outra característica importante, a

onda sonora necessita de um meio para se propagar, seja gás, líquido ou sólido. Logo não é possível existir som no vácuo.

A onda menor que 20 Hz é denominada de infrassom e a maior que 20.000 Hz, ultrassom. Essas ondas até chegam aos nossos ouvidos, mas não são capazes de estimular o nosso sentido da audição. Alguns animais, como o cachorro e o morcego, conseguem captar altas frequências de até 100.000Hz, outros como o elefante e o pombo, são capazes de perceber infrassons.

As ondas sonoras podem apresentar frequências específicas. Chamamos de som grave, aquele que é emitido por uma fonte sonora que vibra com baixa frequência e som agudo, o que vibra com uma alta frequência. Para entender melhor basta perceber a diferença entre a voz masculina (grave) e a voz feminina (agudo). Essa caracterização em relação à frequência de um som é chamada de altura.

Quando um som possui uma grande quantidade de energia por unidade de tempo e a onda sonora possui uma grande amplitude, dizemos que o som possui uma grande intensidade. Logo, a intensidade está relacionada ao volume do som. Essa intensidade é medida em dB (decibéis), onde se estabeleceu que ao som de menor intensidade que o ser humano fosse capaz de escutar seria atribuído o valor de 0 dB e o de maior intensidade, de 120 dB.

### **3.6.1 A formação das ondas sonoras**

As ondas sonoras são consideradas ondas de pressão, pois se propagam a partir de variações de pressão do meio. Por exemplo, quando um músico toca um violão, a vibração das cordas produz alternadamente compressões e rarefações do ar, ou seja, produz variações de pressão que se propagam através do meio. Para se ter uma ideia, as ondas sonoras se propagam a 340m/s se o ar estiver a 20°C. Esse tipo de onda é denominado onda longitudinal, pois as moléculas constituintes do meio se aproximam e se afastam umas das outras de forma alternada. Cada seção do meio através do qual passa a onda longitudinal apenas oscila ligeiramente em torno de uma posição de equilíbrio, enquanto a onda propriamente dita pode se propagar por grandes distâncias.

### 3.6.2 Qualidades fisiológicas das ondas sonoras

**3.6.2.1 Altura** - É a qualidade que nos permite diferenciar entre um som grave ou agudo. Esta qualidade depende apenas da frequência da onda. Em outras palavras, se a frequência é alta o som é agudo, mas se a frequência é baixa, então, o som é grave.

**3.6.2.2 Intensidade** - Esta qualidade nos permite determinar se um som é fraco ou forte. A intensidade depende da energia que a onda transfere para o meio e pode ser dividida em intensidade física e auditiva.

**3.6.2.3 Timbre** – É a característica sonora que nos permite distinguir sons de uma mesma frequência, porém emitidos por fontes sonoras conhecidas, permitindo-nos identificar o emissor do som. Ele é a forma da onda. É importante entender tais características para não cometermos erros em relação ao som. Por exemplo, se um som está alto não é correto falar que se deve abaixar a altura do som, mas, sim, sua intensidade, pois a altura se refere ao agudo ou grave de um som.

### 3.7 Natureza do Som

Fonte sonora é qualquer corpo capaz de fazer o ar oscilar com ondas de frequência e amplitude que podem ser detectadas pelos nossos ouvidos. É o elemento responsável pela emissão do som. A fonte sonora gera energia sonora que diminui ao longo da distância entre a fonte e o receptor, propagando-se até atingir um obstáculo.

O som é uma onda mecânica, longitudinal e tridimensional, ela se propaga em meio material (sólido, líquido e gasoso), transportando apenas energia. O som como uma vibração que se propaga no ar e em outros meios formando regiões de compressão e rarefação, ou seja, regiões de altas e baixas pressões. A sua velocidade aumenta com a densidade do meio, ou seja, a velocidade de propagação do som é:

$$v_{SÓLIDO} > v_{LÍQUIDO} > v_{GASOSO}$$

### 3.8 As ondas Eletromagnéticas

As Ondas Eletromagnéticas são emitidas e absorvidas por partículas com cargas elétricas aceleradas. Nessa onda, temos o campo elétrico (E) e o campo magnético (B) que oscilam, onde E e B são perpendiculares entre si, e também perpendiculares à direção em que a onda se propaga.

As ondas eletromagnéticas podem se propagar no vácuo e também num meio material. Contudo, um meio material pode ser opaco para ondas eletromagnéticas numa faixa do espectro e transparente para ondas eletromagnéticas em outra faixa. O vidro comum, por exemplo, é transparente à luz (radiação eletromagnética visível) e opaco às ondas da faixa do infravermelho.

A Radiação Eletromagnética é uma forma de energia que se propaga no espaço, em alguns meios materiais ou mesmo no vácuo. No vácuo, ela se propaga na forma de Ondas Eletromagnéticas, com velocidade da luz no vácuo.

### 3.9 O Espectro Eletromagnético

O Espectro eletromagnético é a faixa de todas as frequências de ondas eletromagnéticas existentes. O espectro eletromagnético é geralmente apresentado em ordem crescente de frequência e decrescente comprimento de onda, começando pelas ondas de rádio e passando pela radiação visível até a radiação gama nas frequências mais altas.

A figura 4 representa um diagrama do espectro das ondas eletromagnéticas, observe que existem ondas eletromagnéticas de todos os comprimentos de onda ou de todas as frequências. É usual dividir o espectro em faixas com limites mais ou menos precisos e, a cada faixa, atribuir um nome especial.

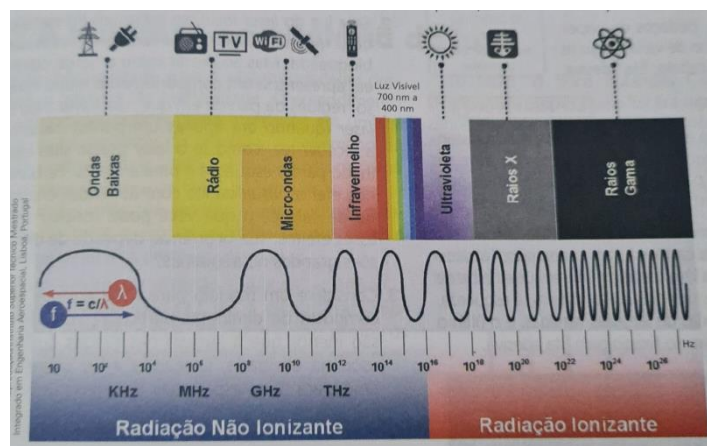


Figura 4 - Espectro eletromagnético. Fonte: (MORTIMER, p.85, 2020).

A retina do olho humano é sensível às ondas eletromagnéticas com comprimentos de onda no intervalo aproximado de  $0,4 \cdot 10^{-6}$  m até  $0,8 \cdot 10^{-6}$  m. Essas ondas eletromagnéticas recebem, coletivamente, o nome de luz. Esses números não são absolutos porque diferentes pessoas têm retinas com diferentes sensibilidades e a mesma pessoa tem sensibilidade diferente conforme a idade e o estado de saúde de modo geral.

Além da energia E, as ondas eletromagnéticas transportam momentum p e massa m, dados respectivamente por:

$$p = E/c \quad (1.02)$$

$$m = \frac{E}{c^2} \quad (1.03)$$

No modelo corpuscular, da radiação eletromagnética é tratada não como uma onda, mas como um conjunto de partículas (os fótons), cada qual com uma energia dada por:

$$E = h \cdot f \rightarrow E = h \cdot c/\lambda \quad (1.04)$$

Onde:

h= Constante de Planck [onde essa constante no S.I vale  $h = 6,626 \cdot 10^{-34}$  joules por segundo (A unidade no S.I. é J.s)];

$\lambda$ = Comprimento de Onda (A unidade no S.I. é m);

c= Velocidade da Luz ( $c=300.000$  km/s);

E= Energia [No S.I. é Joule(J)]

f= Frequência [No S.I. é Hertz (Hz)]

das respostas obtidas com o questionário, hipóteses registradas e relatórios escritos e a terceira contextualiza as falas gravadas em áudio e vídeo.

#### **4. ETAPAS PARA REALIZAÇÃO DAS ATIVIDADES E APLICAÇÃO DA UEPS**

Para o desenvolvimento da UEPS utilizamos 8 (oito) passos sugeridos por Moreira (2011), nos quais destacamos 4 (quatro) passos adaptados:

- *Nova informação potencialmente significativa: Vídeos e práticas de experimentos envolvendo Ondas;*
- *Relacionada ao conceito de Ondas e assimilada pelos alunos: Investigação de conceitos de Ondas por parte dos alunos;*
- *Conceito subsunçor sobre Ondas existente na estrutura cognitiva: Exposição de conceitos científicos sobre ondas por parte do professor;*



- *Produto interação (subsunçor modificado): Os alunos reconhecem a importância do estudo das Ondas no seu dia-a-dia.*

As atividades consistir em Exposição oral pelo professor, Experiências realizadas pelos estudantes com materiais alternativos e simulações utilizando o Phet. A descrição de cada momento encontra-se de maneira detalhada na Tabela 1:

### **1º Passo – Objetivo**

O professor deve orientar a turma descrevendo quais os objetivos do produto didático e em seguida examinar como a compreensão do tópico abordado de Ondas Sonoras e Ondas Eletromagnéticas pode contribuir para o cotidiano de cada aluno, através de uma discussão após ter exibido dois vídeos curtos de Ondas Sonoras (figura 5) e eletromagnéticas (figura 6).



Figura 5 - Novo Telecurso: O que é o som e como se propaga. Fonte: << <https://www.youtube.com/watch?v=oskoavP36OE>>>. Acesso em 26/03/2022.



Figura 6 - Eletromagnetismo: Espectro Eletromagnético. Fonte: << <https://www.youtube.com/watch?v=-C2erXakQIQ>>>. Acesso em 26/03/2022.

## **2° Passo Situação inicial**

Nessa etapa os alunos irão investigar o conceito ondas através um experimento de telefone com fio. Os alunos podem ser divididos em cinco grupos, cada grupo recebeu um roteiro do experimento telefone com fio, 10 metros de linha nº 10 (de material 100% Algodão), 10 metros de barbante nº 8 e 4 copos de isopor; o professor dará um tempo para cada grupo ler as instruções e confeccionar o brinquedo telefone com fio. Em seguida, o professor deve levá-los ao pátio da escola.

Cada grupo irá utilizar o telefone de copo de isopor variando a densidade do fio e o comprimento; após realização do experimento, o professor iniciará uma discussão entre os alunos com base perguntas que estavam no roteiro, analisando os conhecimentos prévios dos alunos sobre o assunto.

## **3° Passo – Situação Problema**

Esse passo será dividido em dois momentos:

### **1° Momento Criando uma situação**

Essa atividade pode ser realizada na sala de aula, caso a maioria dos alunos tenham celular compatível com a hiperfísica Phet. Caso contrário, Como sugestão a realizar esse experimento na sala de informática da escola. O professor irá levar os alunos do 2° ano à sala de informática, e através de slides explicar e discutir com os alunos a definição de Onda, quanto a sua natureza, a sua forma e propagação, enquanto eles estão familiarizando com a hiperfísica do Phet (na figura 7) de ondas na superfície da água, de ondas sonoras produzidas por um alto-falante, e ondas luminosas produzidas por um laser no som e na luz. Depois que os alunos conheceram a simulação das ondas, o professor vai orientar os alunos a seguir o roteiro do experimento virtual de ondas na superfície da água e de ondas sonoras. Lembrando sempre a eles, observar atentamente cada fenômeno e reconhecer nos experimentos algumas grandezas importantes como a velocidade de onda, frequência e amplitude



Figura 7 - Waves intro. Fonte: <<[https://phet.colorado.edu/sims/html/waves-intro/latest/waves-intro\\_en.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/waves-intro/latest/waves-intro_en.html)>>. Acesso 26/03/2022.

## **2º Momento criando uma situação-problema**

Nesse caso, os alunos através do roteiro do experimento virtual de ondas luminosas produzidas por um laser, realizaram a terceira hipermissão do phet, sempre observando as grandezas e os fenômenos. Após terminar a realização da atividade, o professor deve sugerir aos alunos que deixe os experimentos virtuais aberto, porque no roteiro tem um questionário de discussão, onde eles terão um tempo para responder (cerca de 20 minutos), em seguida o professor junto com os alunos iram analisar e discutir esse questionamento sobre ondas.

## **4º Passo - Aprofundando conhecimentos**

Nessa atividade como aprofundamento do conteúdo de ondas, o professor deve levar os alunos do 2º Ano na sala de informática (essa atividade pode fazer na sala de aula, vai depender da acessibilidade e demanda dos celulares dos alunos), e através de slides explicar e discutir com os alunos as propriedades das Ondas (frequência, período, amplitude, crista, vale, comprimento de onda), velocidade de propagação de onda, velocidade de propagação da onda em uma corda, reflexão na corda (com extremidade fixa e livre).

Logo em seguida todos os alunos deveram entrar na hipermissão de ondas em cordas do Phet (na figura 8). Depois que os alunos conhecerem e familiarizando com o experimento virtual das ondas uma corda (com extremidade fixa e livre), os alunos deveram responder o questionário de discussão que está no roteiro, depois de um tempo, o professor iniciará uma roda de discussão sobre as dificuldades dos discentes em relação ao conteúdo abordado.



Figura 8 - Wave on a String. Fonte: << [https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-on-a-string/latest/wave-on-a-string\\_en.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-on-a-string/latest/wave-on-a-string_en.html)>>. Acesso em 26/03/2022.

### **5° Passo – Nova situação**

Para realizar um novo caminho sobre o tópico de ondas em uma corda, o professor deverá levar os discentes do 2° Ano para o refeitório (ou um local aberto) e em seguida distribuir para cada grupo duas cordas com diâmetros diferentes (1cm e 0,6 cm) e duas argolas de chaves. Os alunos deverão realizar as experiências das ondas na corda variando a tensão e a frequência observando mais de perto o comportamento das cordas.

Depois que cada grupo estivesse com as cordas, foi escolhido um aluno para segurar a corda (criando um ponto fixo) e o outro aluno começou a gerar ondas com a corda pouco tensionada e os alunos de cada grupo observaram o fenômeno e o comportamento da onda. Aumente então a tensão na corda e repita o experimento. Depois troque por uma corda de densidade diferente e repita outra vez o fenômeno.

Em seguida, repita o experimento, porém, agora coloque a argola de metal (aquela usada em chaves) na extremidade da corda e com outra argola de encaixe na argola que está na corda, formando uma extremidade livre. Repita o experimento e observe o que ocorre de diferente, no comportamento das cordas. Após o experimento, o professor deve iniciar uma discussão entre os grupos com o questionário de discussão do roteiro.

### **6° Passo – Diferenciando progressivamente**

Já foram apresentadas situações e ideias mais gerais sobre o conteúdo ondas, nesta parte iremos apresentar diferencialmente sobre as aplicações e detalhes das ondas no brinquedo “pipa”. Nessa atividade, professor deverá levar os alunos do 2° ano para um campo de futebol próximo a escola (ou uma área aberta), em seguida cada grupo deverá receber 3 tubos de 80m

de linha nº10, 3 pipas médias, uma garrafa pet de um litro, e plástico de sacola na cor preta cortada para confecção da rabiola da pipa.

Os alunos seguindo o roteiro da atividade, deverá confeccionar a rabiola da pipa com sacolas cortadas, em seguida o grupo deve empinar a pipa e deixar ela voando, nesse momento através de movimentos repetitivos na linha da pipa, de cima para baixo, ou de baixo para cima, ou da esquerda para direita, ou direita para esquerda, para produzir oscilações. Depois de observar os movimentos oscilatórios produzidos, o professor irá iniciar uma discussão entre os grupos com o questionário do roteiro, e explicando importância dos estudos das ondas e seus impactos no cotidiano dos alunos.

### **7º Passo – Avaliação da aprendizagem na UEPS**

Nessa atividade, o professor levará os alunos do 2º Ano ao laboratório de informática para pesquisar na internet sobre ondas (Essa atividade poderá ser feita na sala de aula, se os alunos estiverem com acesso à internet). Os alunos deverão fazer uma pesquisa, sobre paródias que envolva o conteúdo ondas, e com a ajuda da professora de português cada grupo vai elaborar uma paródia (poesia ou música). Cada grupo deverá produzir um texto no formato de música ou poesia como orientado no roteiro, essa atividade (texto e podcast) deve ser entregue ao professor pois posteriormente será usada como atividade avaliativa.

De acordo com Marighella, no seu livro *Rondó da Liberdade em Provas científicas em versos*, apresenta alguns exemplos de poesia que envolve a Física:

*(a) No ginásio  
(...)  
Doutor, a sério fala, me permita  
Em versos rabiscar a prova escrita.  
Espelho é a superfície que produz,  
Quando polida, a reflexão da luz.  
Há nos espelhos a considerar  
Dois casos, quando a imagem se formar.  
Caso primeiro: um ponto é que se tem;  
Ao segundo um objeto é que convém.*

*Seja a figura abaixo que se vê,  
O espelho seja a linha Beta-Cê.  
O ponto F um ponto dado seja.  
Como raio incidente, R se veja.  
O raio refletido vem depois  
E o raio luminoso ao ponto 2.*

*Foi traçada em seguida uma normal,  
O ângulo 1 de incidência a R igual.  
No prolongamento, luminoso raio  
Que o refletido encontra de soslaio.  
Dois triângulos então o espelho faz,*

*Retângulos os dois, ambos iguais.  
Iguais porque um cateto tem comum,  
Dois ângulos iguais formando um.  
(...)*

*Marighella (1929)*

*(b) Na faculdade  
(...)  
De leveza no peso são capazes  
Diversos elementos, vários gases,  
O hidrogênio, porém, é um gás que deve  
ter destaque por ser o gás mais leve.  
Combina-se com vários metalóides,  
Com todos, aliás, e os sais alóides  
Provê em de ácidos por aquele gás  
Formados, reunindo-se aos demais.  
(...)*

*Marighella (1931)*

## **8º Passo - Avaliação da própria UEPS**

Nessa atividade o professor verificar com os alunos, “se aprendizagem sobre ondas teve um impacto significativo para eles”. Logo após, o professor irá comentar sobre as aplicações dos estudos das ondas e seus efeitos sociais.

Em seguida, vai receber o trabalho (Paródia escrita e o podcast em mp3) dos grupos e irá finalizar a aula com a apresentação na própria sala das paródias produzidas.

**Tabela 1 - CRONOGRAMA DA APLICAÇÃO UEPS**

N° de aula	Data da aula	Especificações das atividades propostas
1	_/_/_	<p><b>Objetivos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Exposição do tópico a ser trabalhado;</i></li> <li>• <i>Exibir dois vídeos curtos de Ondas Sonoras e Ondas Eletromagnéticas;</i></li> <li>• <i>Realizar análise e discussão através do Questionário de Discussão.</i></li> </ul>
2	_/_/_	<p><b>Propor Situações iniciais</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Lê e Expor as perguntas do questionário de discussão aos alunos, e verificar se alguém consegue responder com suas palavras;</i></li> <li>• <i>Confeccionar o experimento telefone com fio;</i></li> <li>• <i>Utilizar o experimento, relacionando e investigando o conceito de Ondas;</i></li> <li>• <i>Variar a densidade do fio e analisar o que muda no contexto da Onda;</i></li> <li>• <i>Realizar análise e discussão do experimento através do Questionário de Discussão.</i></li> </ul>
3	_/_/_	<p><b>Propor situações-problemas, levando em conta o conhecimento prévio do aluno</b></p> <p><b>1° Momento - Propor uma situação</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Lê e Expor as perguntas do questionário discussão aos alunos, e verificar se alguém consegue responder com suas palavras;</i></li> <li>• <i>Explanação da definição de Onda, quanto a sua natureza, a sua forma e propagação;</i></li> <li>• <i>Usar a hiperídia Phet de Ondas na superfície da água, ondas sonoras produzidas por um alto-falante e ondas luminosas produzidas por um laser, no celular dos alunos ou através dos computadores da sala de informática;</i></li> <li>• <i>Interação e familiarização com a hiperídia de ondas (na água, no som e na luz) do Phet;</i></li> <li>• <i>Realização do roteiro do experimento virtual de Onda na superfície de uma água e onda sonora produzidas por um alto-falante.</i></li> </ul> <p><b>2° Momento - criando uma situação-problema</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Realização do roteiro do experimento virtual de Onda luminosas produzidas por um laser;</i></li> <li>• <i>Realizar análise e discussão do experimento Virtuais através do Questionário de Discussão.</i></li> </ul>
4	_/_/_	<p><b>Aprofundando conhecimentos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Lê e Expor as perguntas do questionário discussão aos alunos, e verificar se alguém consegue responder com suas palavras;</i></li> <li>• <i>Explanação das propriedades das Ondas (frequência, período, amplitude, crista, vale, comprimento de onda), velocidade de propagação de onda, velocidade de propagação da onda em uma corda, reflexão na corda (com extremidade fixa e livre);</i></li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usar a hiperímia Phet de Ondas em uma corda, no celular dos alunos ou através dos computadores da sala de informática;</li> <li>• Realização do roteiro do experimento virtual de Onda em uma corda;</li> <li>• Realizar análise e discussão do experimento Virtuais de Ondas em uma corda, através do <u>Questionário de Discussão</u>.</li> </ul>
5	___/___/___	<p><b>Nova situação</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Levar os discentes para o refeitório (ou um local aberto) e lê e expor as perguntas do questionário discussão aos alunos, e verificar se alguém consegue responder com suas palavras;</li> <li>• Dividir os alunos em duplas e entregar a eles uma corda de 3 metros de 0,6 centímetros de diâmetro;</li> <li>• Realização do roteiro do experimento de Onda em uma corda de extremidade fixa.</li> <li>• Realização do roteiro do mesmo experimento de Onda em uma corda de extremidade fixa, porém agora com diâmetro de 1 cm.</li> <li>• Realização do mesmo roteiro do experimento de Onda em uma corda de extremidade livre. Variando as densidades das cordas e observando o fenômeno.</li> <li>• Realizar análise e discussão do experimento Virtuais de Ondas em uma corda, através do <u>Questionário de Discussão</u>.</li> </ul>
6	___/___/___	<p><b>Diferenciando progressivamente</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Levar os discentes para o campo de futebol (ou um local aberto) e lê e expor as perguntas do questionário discussão aos alunos, e verificar se alguém consegue responder com suas palavras;</li> <li>• Confeccionar a rabiola da pipa e verificar se ela está voando;</li> <li>• Realização do roteiro do brinquedo pipa, produzindo oscilações na linha com extremidade livre;</li> <li>• Realizar análise e discussão do brinquedo pipa e sua relação com as ondas, através do <u>Questionário de Discussão</u>.</li> </ul>
7	___/___/___	<p><b>Avaliação da aprendizagem na UEPS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realização de pesquisa sobre paródias de ondas, pelos alunos na sala de informática ou pelo celular deles; Produção de paródia sobre ondas dos alunos com auxílio do roteiro e da professora de português;</li> <li>• Produzir um texto no formato de música ou poesia como orientado no roteiro, essa atividade (texto e podcast) deve ser entregue ao professor pois posteriormente será usada como atividade avaliativa.</li> </ul>
8	___/___/___	<p><b>Avaliação da própria UEPS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar com os alunos, “se aprendizagem sobre ondas teve um impacto significativo para eles”;</li> <li>• Explicação das aplicações dos estudos das ondas e seus efeitos sociais;</li> <li>• Apresentação das paródias sobre ondas produzidas pelos alunos.</li> </ul>



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Aprendizagem significativa – breve discussão acerca do conceito.** Disponível em: <<[CARVALHO, Regina Pinto. \*\*Física do Dia a Dia\*\*, Volume 1. 3°. ed. Autêntica, 2013.](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/implementacao/praticas/caderno-de-praticas/aprofundamentos/191-aprendizagem-significativa-breve-discussao-acerca-do-conceito?highlight=WyJhcHJlbnRpemFnZW0iLCJzaWduaWZpY2F0aXZhIiwYXByZW5kaXphZ2VtIHNPZ25pZmljYXRpdmEiXQ>>. Acesso em 19/02/2022.</p></div><div data-bbox=)

CAVALCANTE, Kleber G.. **Lei de Gauss.** Disponível em: <<<https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/lei-gauss.htm>>>. Acesso 08/03/2022.

AVELINO, Karla Cristina, **Sequência Didática Investigativa para o Ensino de ondas Sonoras.** Disponível em: <<<file:///C:/Users/weude/Downloads/Karla-Cristina-Avelino.pdf>>>. Acesso em 14/10/2019 14:21.

COLTEC, Sérgio Talim. **Interferência entre ondas.** Disponível em: <<[http://www.coltec.ufmg.br/fisica/wp-content/uploads/2019/02/Interfer%C3%Aancia-entre-ondas\\_Final\\_2015\\_Revisto.pdf](http://www.coltec.ufmg.br/fisica/wp-content/uploads/2019/02/Interfer%C3%Aancia-entre-ondas_Final_2015_Revisto.pdf)>>. Acesso em 11/03/2022.

**Interferência sonora e batimento sonoro.** Disponível em: <<<https://www2.unicentro.br/fisica/files/2015/04/Roteiro-25-Interfer%C3%Aancia-sonora-e-batimento-sonoro.pdf?x63480>>. Acesso 11/03/22.

**Eletromagnetismo - Espectro Eletromagnético.** Disponível em: <<<https://www.youtube.com/watch?v=-C2erXakQIQ>>>. Acesso em 29-out-19.

LOPES. Rita de Cassia Soares. **A relação professor-aluno e o processo ensino aprendizagem.** Disponível em: <<<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1534-8.pdf>>>. Acesso em 24 de novembro de 2019.

**O que é uma onda eletromagnética?** Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Disponível em: <<<https://www.ufsm.br/cursos/graduacao/santa-maria/fisica/2020/02/27/o-que-e-uma-onda-eletromagnetica/>>>. Acesso em 25/08/2021.

RIBEIRO, Ribeiro. **Ondas Sonoras e o sentido da audição.** Disponível em: <<<https://www.em.com.br/app/noticia/especiais/educacao/enem/2015/11/11/noticia-especial-enem,706844/ondas-sonoras-e-a-capacidade-do-homem-em-emitir-sons.shtml>>>. Acesso em 25/08/2021.

PELIZZARI, Adriana; KRIEGL, Maria de Lurdes. **Teoria da Aprendizagem Significativa segundo Ausubel**. Revista PEC, Curitiba, V.2, n.1, p.37-42, jul.2001-jul.2002.

**Por que as pipas voam?** Disponível em: << <https://brainly.com.br/tarefa/10552957>>>. Acesso em 11/11/2019 00:12:51.

MARTIMER, Eduardo. **Matéria, Energia, e Vida** – Uma abordagem Interdisciplinar: Materiais, luz e som: modelos e propriedades. 1º ed. São Paulo: Scipione., 2020.

MOREIRA, M. A. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Revista cultural La Laguna, Espanha, 2012. Disponível em:<< <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueefinal.pdf>>>. Acesso em: 22/2/2019.

MOREIRA, Marco Antônio, **Teorias de Aprendizagem**. – São Paulo: ed. EPU, 1999.  
NUSSENZVEIG, Herch Moysés. **Curso de Física Básica 2**. 4ª edição - São Paulo: Edgard Blücher, 2002.

MOREIRA, M. A. **Uma abordagem cognitivista ao ensino da Física**. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1983.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. A. F. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.

MOREIRA, Marco Antônio. **Pesquisa em Ensino: Vê Epistemológico de Gowin**. São Paulo: EPU, 1990.

MOREIRA, Marco Antônio. **Abandono da narrativa, ensino centrado no Aluno e Aprender a Aprender Criticamente**. REMPEC - Ensino, Saúde e Ambiente, v.4, n1, p.2-17, abril 2011. Disponível em:<<<https://doi.org/10.22409/resa2011.v4i1.a21094>>>. Acesso em 28/02/2022.

MOREIRA, Marco Antônio. **Unidade de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, p.1-22. Disponível em: << <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/UEPSport.pdf>>>. Acesso em 06/06/2021.

**Novo Telecurso Ensino Médio Física Aula 30 - O que é o som e como se propaga.**

Disponível em:<< [https://www.youtube.com/watch?v=oskoavP36OE&list=PL\\_3eotnki0c1sG8JikTzt4WJuGJIygAYD&index=33&t=9s](https://www.youtube.com/watch?v=oskoavP36OE&list=PL_3eotnki0c1sG8JikTzt4WJuGJIygAYD&index=33&t=9s)>>. Acesso em 29-out-19.

NUSSENZVEIG, Herch Moysés. **Curso de Física Básica 3**. 1ª edição - São Paulo: Edgard Blücher, 1997.

**Phet Interactive Simulations**. [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR](https://phet.colorado.edu/pt_BR). Acesso em: 16 de set. 2019.

VYGOTSKY, L. **Pensamento e linguagem**. 3.ed. São Paulo: M. Fontes, 1991.

SANTANA, Guilherme. **Ondas sonoras**. Todo Estudo. Disponível em: <<https://www.todoestudo.com.br/fisica/ondas-sonoras>>. Acesso em: 16/08/2021.

**Proposta de sequência didática para Ensino de Oscilações e Ondas**. Disponível em: <<<http://www.ufjf.br/profis/files/2017/01/Produto-Fabiana-Final.pdf>>>. Acesso em 15/10/2019 12:16.

**Reflexão de ondas**. Disponível em: <<https://www.sofisica.com.br/conteudos/Ondulatoria/Ondas/reflexao.php>>>. Acesso em 12/12/2020.

**Sequência Didática para Ensino de Tópicos de Oscilações e Ondas**. Disponível em: <<<http://www.infis.ufu.br/pgecm/api/pdf/1925492528.pdf>>>. Acesso em 13/10/2019 22:13.

VILLATORRE, Aparecida Magalhães; HIGA, Ivanilda; TYCHANOWICZ, Silmara Denise, **Didática e Avaliação em Física**. 1º. ed. Saraiva, 2009.

## ANEXOS

### ANEXO A - ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NA UEPS

Aluno (a): \_\_\_\_\_ . 2º Ano, Turma: \_\_\_\_

#### **ATIVIDADE 01 – INTRODUÇÃO AO ESTUDO DE ONDAS SONORAS E ELETROMAGNÉTICAS ATRAVÉS DO CONHECIMENTO DO DIA-A-DIA DOS ALUNOS E EXIBIÇÃO DE DOIS VÍDEOS SOBRE ONDAS**

O professor vai iniciar uma roda de conversa com os alunos perguntando se eles já ouviram falar sobre ondas, depois de uns 5 minutos de discussão, os alunos iram assistir dois vídeos (os links dos vídeos estão na referência), um sobre Ondas sonoras e o outro sobre Ondas Eletromagnéticas. Logo após essa exibição o professor vai lançar quatro perguntas, e cada grupo vai ter que responder a perguntar ou passar para o outro grupo.

#### **QUESTIONÁRIO DE DISCUSSÃO**

**Marque com um X as questões corretas**

1) A onda é:

( ) matéria ou ( ) energia?

2) Das afirmações abaixo, qual ou quais estão corretas?

( ) A. Se o som de astronautas na Lua fosse suficientemente intenso, poderia ser ouvido pelos habitantes da Terra.

( ) B. Se uma luz produzida por astronautas na Lua fosse suficientemente intensa, poderia ser vista pelos habitantes da Terra.

3) “Pietro” é um mutante e corre dez vezes mais rápido que a velocidade do som no ar! “Flash” é também um super herói e corre na metade da velocidade da luz no vácuo. Se ambos fizessem uma corrida de 100 metros na Terra, quem ganharia?

( ) “Flash”

( ) “Pietro”

4) Durante um filme de faroeste (aqueles onde tem mocinhos, bandidos e cavalos), um “índio” que estava sendo perseguido fica agachado com o ouvido no solo escutando alguma coisa. Qual será o motivo de tal atitude?

#### **REFERÊNCIAS**

**Novo Telecurso Ensino Médio Física Aula 30 - O que é o som e como se propaga.**

Disponível

em:<<

[https://www.youtube.com/watch?v=oskoavP36OE&list=PL\\_3eotnki0c1sG8JikTzt4WJuGJIygAYD&index=33&t=9s](https://www.youtube.com/watch?v=oskoavP36OE&list=PL_3eotnki0c1sG8JikTzt4WJuGJIygAYD&index=33&t=9s)>>. Acesso em 29-out-19.

**Eletromagnetismo - Espectro Eletromagnético.** Disponível em:

<<<https://www.youtube.com/watch?v=-C2erXakQIQ>>>. Acesso em 29-out-19.

Aluno (a): \_\_\_\_\_ 2º Ano, Turma: \_\_\_\_\_

## ATIVIDADE EXPERIMENTAL 02 – TELEFONE DE COPOS DE ISOPOR

Com este pequeno brinquedo, pode-se entender o fenômeno da transmissão do som através de corpos sólidos. O material será oferecido a cada grupo e eles serão convidados a fazer o brinquedo.

### MATERIAIS UTILIZADOS:

- Copos de isopor de 300ml (pelo menos 2);
- Linha de pipa ou com resistência parecida (2 m a 5 m);
- Barbante nº8 (2 m a 5 m);
- Tesoura;
- Palitos de dente.

### PROCEDIMENTOS

- O esquema da experiência é apresentado através da Figura 9.

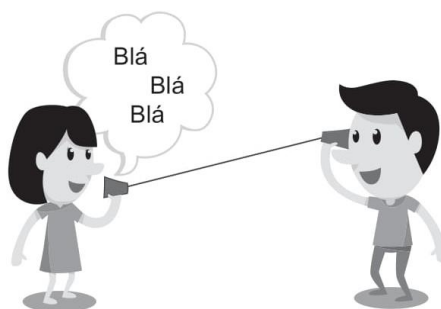


Figura 9 - Esquema da montagem do experimento o qual foi usado dois copos de isopor e um pedaço de linha de pipa (telefone om fio). Fonte: << <https://www.indagacao.com.br/2021/09/voce-ja-brincou-com-um-telefone-de-copos-o-brinquedo-e-composto-por-dois-copos-interligados-por-um-barbante-longo.html>>>. Acesso em 01/01/2021.

Nessa atividade o fio estar ligado aos copos de isopor devem estar bem esticados, porque a partir desse procedimento consegue as vibrações e a pessoa pode escutar o que se fala do outro lado da corda, ou seja, no outro copo.

Com os copos de isopor, a linha e o palito de dente, deve-se fazer um pequeno furo na parte inferior de cada copo, o suficiente para passar a linha. Amarre-se um pedaço de palito de dente na linha para que ela fique presa no copo e não se solte. Enquanto um fala direcionado a um dos copos, o outro posiciona o copo no ouvido.

### QUESTIONÁRIO DE DISCUSSÃO

- 1) Após ter confeccionado o experimento será que o som vai chegar até seu colega que vai estar do outro lado?
- 2) Se você segurar na linha com o dedo, o som vai chegar até o outro lado?
- 3) O principal método de comunicação utilizado pelas as pessoas é a comunicação oral. A todo segundo ouvimos sons, tais como: conversas entre pessoas, músicas, ruídos, gritos, entre outros. A emissão da voz é um fenômeno que comporta grandes variações. Além das consideráveis diferenças de uma pessoa para a outra, a voz se apresenta em um mesmo indivíduo de diferentes formas (HUCHE E ALLALI, 1999). Como a fala de uma pessoa é conduzida até a outra?

- 4) Quanto mais denso é o meio maior ou menor é a propagação do som?
- 5) O que você compreende que seja uma onda mecânica?
- 6) O telefone com fio e o smartphone (celular) tem o mesmo princípio de funcionamento?
- 7) (ENCCEJA 2020) - Você já brincou com um "telefone de copos"? O brinquedo é composto por dois copos interligados por um barbante longo. Ao esticar completamente o barbante, o que se fala em um dos copos é ouvido no outro. Repare que se faz necessário um meio material para propagação do som. Como se explica a comunicação nesse brinquedo?
- A) Ondas eletromagnéticas emitidas pela fala de um dos interlocutores propagam-se pelo barbante e chegam ao segundo copo.
- B) Ondas eletromagnéticas emitidas pela fala de um dos interlocutores propagam-se pelo ar e chegam ao segundo copo.
- C) Vibrações emitidas pela fala de um dos interlocutores propagam-se pelo barbante e chegam ao segundo copo.
- D) Vibrações emitidas pela fala de um dos interlocutores propagam-se pelo ar e chegam ao segundo copo.

#### **REFERÊNCIA**

AVELINO, Karla Cristina, **Sequência Didática Investigativa para o Ensino de ondas Sonoras**. Disponível em: <<<file:///C:/Users/weude/Downloads/Karla-Cristina-Avelino.pdf>>>. Acesso em 14/10/201

Aluno (a): \_\_\_\_\_ 2º Ano, Turma: \_\_\_\_\_

### ATIVIDADE EXPERIMENTAL 03 – ANALISANDO AS ONDAS

Essa atividade é dividida em dois momentos:

1º Momento: Socializando com os experimentos virtuais e realizando algumas instruções;

(50 min)

2º Momento: Discussões e aplicações dos experimentos virtuais usando o questionário de discussão.

(50 min)

#### 1. Material

Acessar a hiperímia do Phet Colorado, do experimento de Ondas: na água, no som e na luz. Disponível em: <[https://phet.colorado.edu/sims/html/waves-intro/latest/waves-intro\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/waves-intro/latest/waves-intro_pt_BR.html)>>.



Figura 10 - Ondas: Intro. Fonte: << [https://phet.colorado.edu/sims/html/waves-intro/latest/waves-intro\\_en.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/waves-intro/latest/waves-intro_en.html)>>. Acesso em 13/01/2021.

#### 2.Procedimentos:

##### PARTE 01 – ONDAS NA SUPERFÍCIE DA ÁGUA

##### MODO PULSO:

2.1 Acessar a hiperímia do Phet Colorado, do experimento de Ondas na água (na figura 10), na parte inferior esquerda, selecione as opções pulso (pulse), vista superior, e normal, em seguida selecione a opção de gráfico [que permite ver o gráfico da amplitude (do nível da água) em função da posição], regule a frequência e amplitude para o valor médio como na figura 11, nesse sequência, aperte o botão verde para iniciar , e observe o fenômeno da propagação de um pulso (de uma gota d'água) que cai na “superfície” da água.

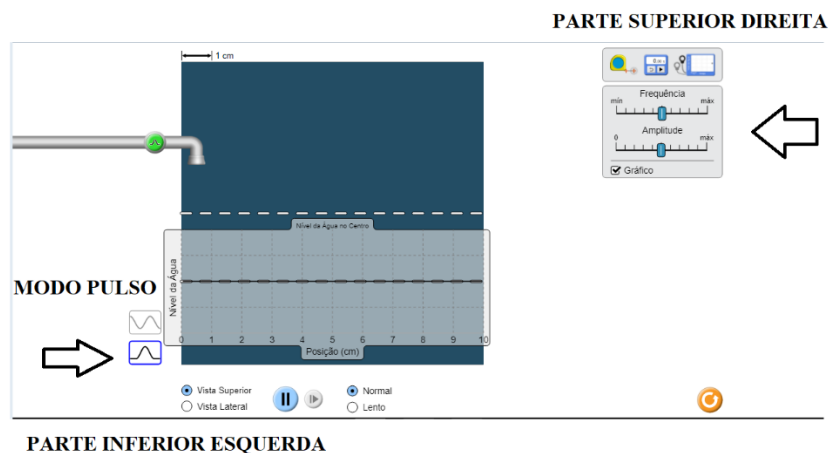


Figura 11 - Pulso de uma gota d'água. Fonte: << [https://phet.colorado.edu/sims/html/waves-intro/latest/waves-intro\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/waves-intro/latest/waves-intro_pt_BR.html)>>. Acesso em 13/01/2021.

**2.2** Sabendo que a intensidade de uma onda diz respeito a quantidade de energia que ela transmite, essa propriedade está relacionada à amplitude dessa onda. Já a velocidade de uma onda depende do meio, e a frequência depende da fonte emissora da onda. Porém, a frequência e o comprimento de onda são grandezas inversamente proporcionais, ou seja, se abaixa a frequência, aumenta o comprimento de onda, e vice-versa. Nesta parte faça algumas explorações mudando o valor da amplitude e da frequência. Aperte o botão verde para criar um pulso, para cada experimento virtual a seguir. Mude o a frequência para o valor mínimo e permaneça o valor da amplitude em médio, em seguida para o mínimo e depois para o máximo, sempre observando o comportamento da onda na superfície da água e no gráfico. Repita esse experimento para os valores da frequência média e máxima.

### MODO ONDA

**2.3** Selecione as opções onda , vista lateral e modo lento (está na parte inferior esquerda) como na figura 12. observe que na parte superior esquerda, as gotas d'água estão caindo com uma certa frequência fixa. Nesta parte do experimento virtual faça algumas explorações mudando o valor da amplitude e da frequência. Aperte o botão verde para criar uma onda na superfície da água, para cada experimento virtual a seguir. Mude o a frequência para o valor mínimo e permaneça o valor da amplitude em médio, em seguida para o mínimo e depois para o máximo, sempre observando o comportamento da onda na superfície da água e no gráfico. Repita esse experimento para os valores da frequência média e máxima.

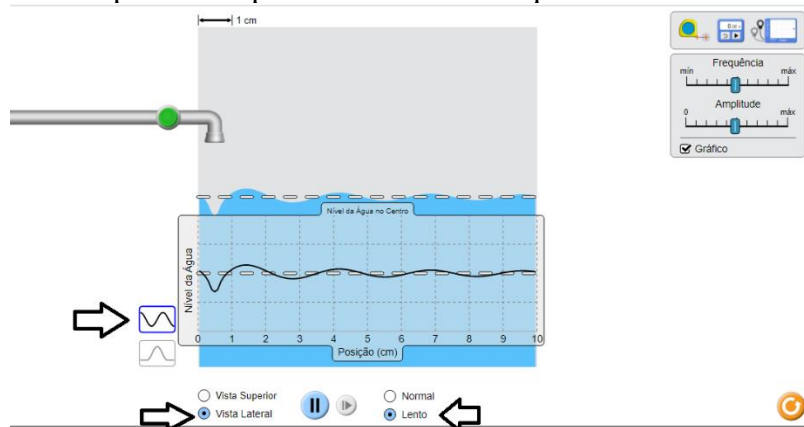




Figura 12 - Propagação de uma onda na água. Fonte: << [https://phet.colorado.edu/sims/html/waves-intro/latest/waves-intro\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/waves-intro/latest/waves-intro_pt_BR.html)>>. Acesso em 13/01/2021.

## PARTE 02 – ONDAS SONORAS (Ondas de pressão)

### MODO PULSO:

2.4 Acessar a hipermissão do Phet Colorado, do experimento de Ondas Sonoras (na figura 10). Selecione as opções pulso (pulse) (está na parte inferior esquerda), vista lateral, e lento, na parte superior direita, selecione ondas, em seguida selecione a opção de gráfico (que permite ver o gráfico da pressão em função da posição), regule a frequência e amplitude para o valor médio como na figura 13, em seguida aperte o botão verde para iniciar, e observe o fenômeno da propagação de um pulso sonoro gerado por um auto-falante.

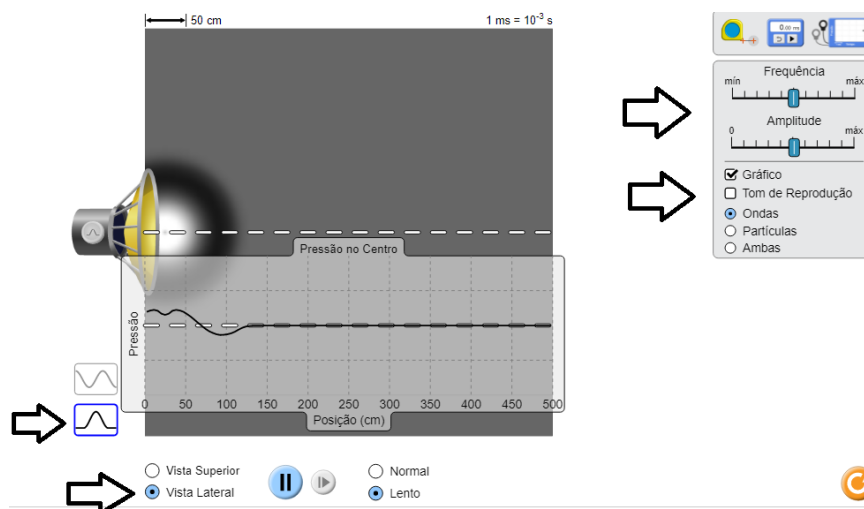


Figura 13 - Propagação de um pulso sonoro gerado por um alto-falante. Fonte: << [https://phet.colorado.edu/sims/html/waves-intro/latest/waves-intro\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/waves-intro/latest/waves-intro_pt_BR.html)>>. Acesso em 13/01/2021.

2.5 Nesta parte faça algumas explorações mudando o valor da amplitude e da frequência. Aperte o botão verde para criar um pulso, para cada experimento virtual [faça para onda, partículas e ambas (parte superior direita)] a seguir. Mude a frequência para o valor mínimo e permaneça o valor da amplitude em médio, em seguida para o mínimo e depois para o máximo, sempre observando o gráfico e o comportamento da propagação de um pulso sonoro gerado por um alto-falante. Repita esse experimento para os valores da frequência média e máxima.

### MODO ONDA:

**2.6** Selecione as opções onda , vista lateral e modo lento ( está na parte inferior esquerda), na parte superior direita, selecione ondas, regule a frequência e amplitude para o valor médio, e tom de reprodução (para escutar o som), como na figura 14. observe que na parte superior esquerda, observe a formação de ondas sonoras, quando o autofalante oscila harmonicamente (senoidalou cosenoil) com uma frequência definida. Em seguida aperte o botão verde para iniciar , e observe o fenômeno da propagação da onda sonora gerada pelo alto-falante.

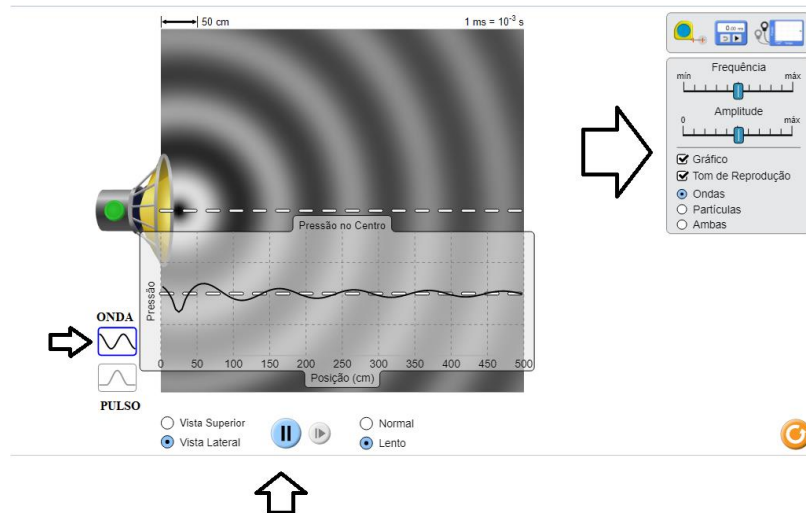


Figura 14 - Propagação de uma onda sonora, gerado por um alto-falante. Fonte: << [https://phet.colorado.edu/sims/html/waves-intro/latest/waves-intro\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/waves-intro/latest/waves-intro_pt_BR.html)>>. Acesso em 13/01/2021.

**2.7** Sabendo que uma onda sonora é uma onda mecânica, longitudinal e se propaga em meios materiais (sólido, líquido e gasoso, onde sua velocidade aumenta com a densidade ( $v_{\text{SÓLIDO}} > v_{\text{LÍQUIDO}} > v_{\text{GASOSO}}$ ), onde a intensidade está relacionada com a energia transportada. Ou seja, quanto maior for a intensidade sonora maior vai ser a amplitude da onda. Já a altura do som, está relacionada com a frequência, menor frequência, o som é grave, logo o som é baixo. Porém, maior frequência, o som é agudo, logo o som é alto. Nesta parte faça algumas explorações mudando o valor da amplitude e da frequência. Aperte o botão verde para criar uma onda, para cada experimento virtual [faça para onda, partículas e ambas (parte superior direita)] a seguir. Mude o a frequência para o valor mínimo e permaneça o valor da amplitude em médio, em seguida para o mínimo e depois para o máximo, sempre observando, o gráfico e o comportamento da propagação de um pulso sonoro gerado por um auto-falante. Repita esse experimento para os valores da frequência média e máxima.

### PARTE 03 – ONDAS LUMINOSA

#### MODO PULSO:

**2.8** Acessar a hiperímia do Phet Colorado, do experimento de Onda Luminosa (na figura 6). Selecione as opções pulso (pulse) ( está na parte inferior esquerda), vista lateral, e lento, na parte superior direita, em seguida selecione a opção de tela, de efeito sonoro, e de gráfico (que permite ver o gráfico do campo elétrico em função da posição), regule a frequência e

amplitude para o valor médio como na figura 15, e coloque o aparelho nas posições indicada, para observar o gráfico do campo elétrico em função do tempo, em seguida aperte o botão verde para iniciar , e observe o fenômeno da propagação de um pulso de uma onda luminosa.

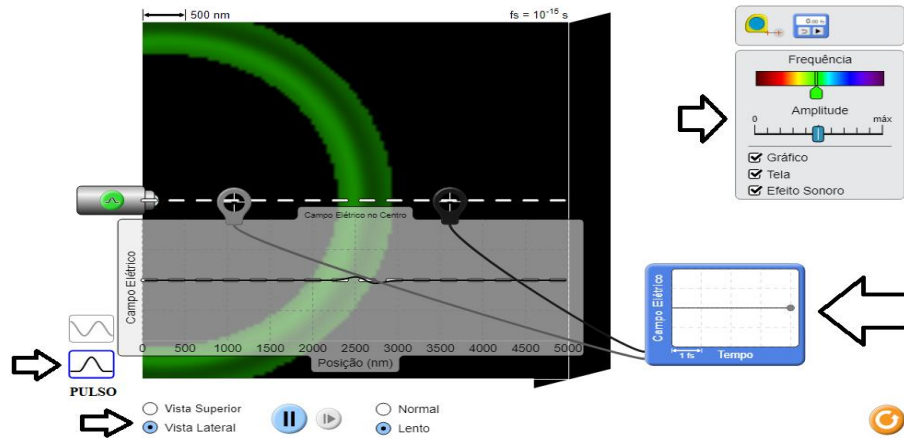


Figura 15 - Propagação de um pulso de uma onda luminosa. Fonte: <<

[https://phet.colorado.edu/sims/html/waves-intro/latest/waves-intro\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/waves-intro/latest/waves-intro_pt_BR.html)>>. Acesso em 13/01/2021.

**2.9** As ondas eletromagnéticas se propagam no vácuo com a velocidade da luz. Essas ondas transmitem momento e energia para longe da fonte. É importante lembrar que as ondas eletromagnéticas se diferenciam por suas frequências e comprimentos de onda, e a interação dessas ondas com a matéria depende da frequência das ondas e da estrutura atômica e molecular da matéria. A forma mais simples de ondas eletromagnéticas corresponde ao espectro eletromagnético que nossos olhos podem ver. A luz é produzida pela recombinação de objetos quentes (como o filamento de uma lâmpada) e elétrons em átomos e moléculas. Os comprimentos de onda da luz visível são classificados de acordo com a cor, do violeta com comprimentos de onda  $\lambda = 4 \cdot 10^{-7}$  m ao vermelho com comprimentos de onda  $\lambda = 7 \cdot 10^{-7}$  m. Portanto, a sensibilidade do olho é uma função do comprimento de onda e é maximizada no comprimento de onda  $\lambda = 5,5 \cdot 10^{-7}$  m (amarelo-verde). A visão é o resultado de sinais transmitidos ao cérebro por dois elementos presentes na retina: cones e bastonetes. Nesta parte faça algumas explorações mudando o valor da amplitude e da frequência. Aperte o botão verde para criar um pulso, para cada experimento virtual a seguir. Mude o a frequência para valor mínimo (cor vermelha) e permaneça o valor da amplitude em médio, em seguida para o mínimo e depois para o máximo, sempre observando, o gráfico e o comportamento da propagação de um pulso de uma onda luminosa. Repita esse experimento para os valores da frequência média (cor verde) e máxima (cor violeta).

### MODO ONDA:

**2.10** Selecione as opções onda , vista superior e modo normal, na parte inferior esquerda, na parte superior direita, em seguida selecione a opção de tela, de efeito sonoro, e de gráfico (que permite ver o gráfico do campo elétrico em função da posição), regule a frequência para o valor mínimo (cor vermelha) e amplitude para o valor médio como na figura 16, e coloque o aparelho nas posições indicada, para observar o gráfico do campo elétrico em função do tempo. Em seguida aperte o botão verde para iniciar , e observe o fenômeno da propagação da onda luminosa gerada pelo amparato.

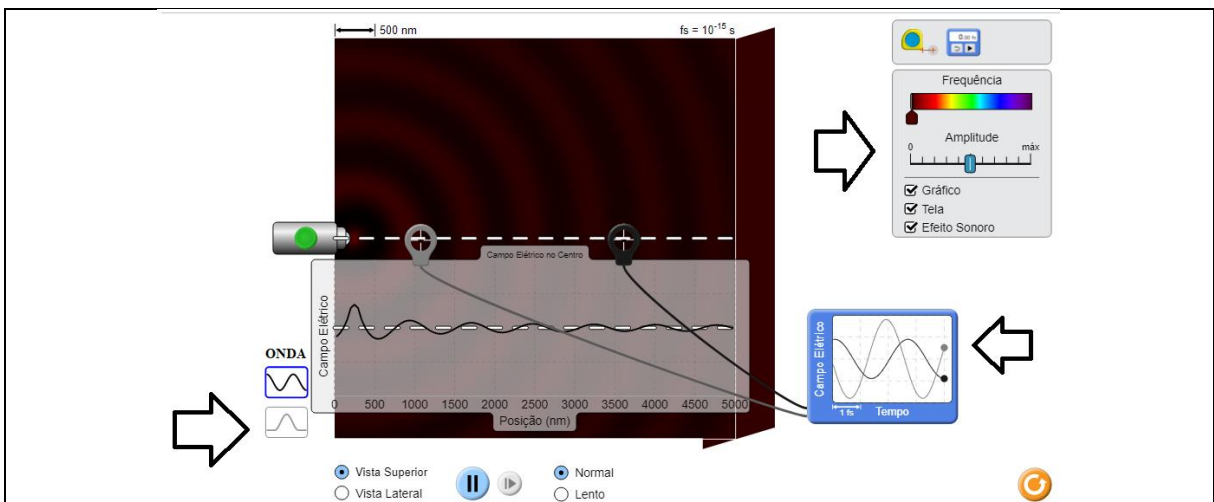


Figura 16 - Propagação de uma onda luminosa. Fonte: << [https://phet.colorado.edu/sims/html/waves-intro/latest/waves-intro\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/waves-intro/latest/waves-intro_pt_BR.html)>>. Acesso em 13/01/2021.

**2.10** O Intervalo do espectro eletromagnético que o olho humano pode ver é chamado de luz visível, e seus comprimentos de onda se estendem entre 400 nanômetros e 700 nanômetros, então todas as imagens que vemos são a interpretação das ondas do cérebro. Refletido por objetos ao nosso redor. O olho humano é capaz de perceber essas frequências de luz graças a dois tipos especiais de células na parte de trás do olho: cones e bastonetes. Cones e bastonetes são células fotorreceptoras, ou seja, eles detectam sinais de luz. Enquanto os bastonetes são responsáveis por sentir o movimento e formar imagens em preto e branco (como quando tentamos ver no escuro), os cones nos fornecem a visão de cores. Existem três tipos de células cone no olho humano, cada uma das quais pode perceber uma das seguintes cores: vermelho, verde ou azul.

As cores que enxergamos não passam de fenômenos fisiológicos que dependem da captação de luz e da sua interpretação pelo cérebro. Além disso, a proporção entre cada uma das frequências de vermelho, verde e azul é capaz de produzir todos os tons que conhecemos. Quando emitidas juntas, essas três cores produzem a luz branca, que não se trata de uma cor, mas de uma superposição das frequências visíveis.

Em ordem crescente de frequências (na figura 17), as cores do espectro visível são: vermelho, laranja, amarelo, verde, ciano, azul e violeta.

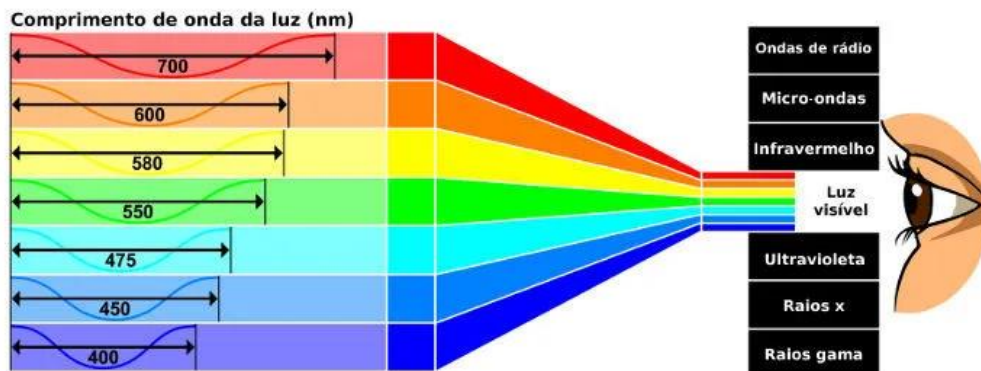


Figura 17 - Espectro da luz. Fonte: << [36](https://brasilecola.uol.com.br/fisica/espectro-eletromagnetico.htm#:~:text=Em%20ordem%20crescente%20de%20frequ%C3%AAs%20as%20cores%20do%20espectro%20vis%C3%ADvel,de%20frequ%C3%AAs%20do%20espectro%20eletromagn%C3%A9tico.>>. Acesso em 01/02/2021.</p>
</div>
<div data-bbox=)

Nesta parte faça algumas explorações mudando o valor da amplitude e da frequência. Aperte o botão verde para criar uma onda luminosa, para cada experimento virtual a seguir. Mude o a frequência para valor mínimo (cor vermelha) e permaneça o valor da amplitude em mínimo, em seguida para o máximo e depois para o máximo, sempre observando, o gráfico e o comportamento da propagação de uma onda luminosa. Repita esse experimento para os valores da frequência para as laranja, amarelo, verde, ciano, azul e violeta.

## **QUESTIONÁRIO DE DISCUSSÃO**

### **ONDA NA SUPERFÍCIE DA ÁGUA**

- 1) Observe o comportamento do comprimento de onda nas frequências mínima, média (central) e máxima. Quando a frequência aumenta, o que ocorre com o comprimento de onda?
- 2) A onda na superfície da água é transversal ou longitudinal?

### **ONDA SONORA**

- 3) Na opção onda, baseado nas observações, uma onda sonora é uma onda transversal ou longitudinal? Na opção partícula, é uma onda transversal ou longitudinal?
- 4) Na opção onda, quando você aumenta a amplitude a intensidade do som aumenta (fica mais forte) ou diminui?
- 5) Na opção partículas, quando você aumenta a amplitude a amplitude de oscilação das partículas aumenta ou diminui?
- 6) Na opção onda, Quando você aumenta a frequência o som fica mais grave ou mais agudo?
- 7) Na opção partículas, em que direção a onda está se propagando em comparação com a perturbação, perpendicular ou paralela?
- 8) Na opção onda, as zonas escuras correspondem a zonas de pressão superior ou inferior à pressão normal? . Estas zonas são zonas de compressão ou rarefação? (dica observe o gráfico)
- 9) Na opção onda, as zonas claras correspondem a zonas de pressão superior ou pressão inferior à pressão normal, Estas zonas são zonas de compressão ou rarefação? (dica observe o gráfico)
- 10) Na opção onda, quando se mede a distância entre duas zonas de alta pressão (“claras”) consecutivas ou, por exemplo, a distância entre duas zonas de baixa pressão (“escuras”) está se medindo o comprimento de onda ( $\lambda$ ). Se aumentar a frequência do alto falante, o que acontece à distância entre duas “zonas escuras” ou duas “zonas claras”? E se a frequência diminuir, o que ocorre?
- 11) Na opção onda, coloque o aparelho em dois pontos diferentes (na figura 18), um próximo e outro mais distante do alto-falante. Em qual dos pontos o período da oscilação da pressão (T) é maior? Os períodos são iguais ou dependem da posição do sensor?

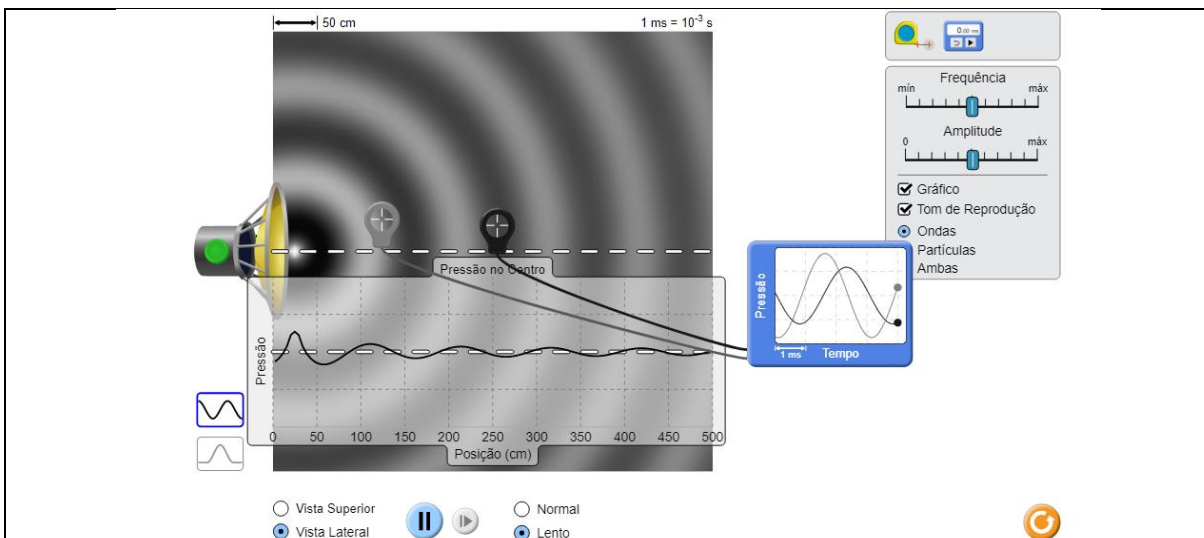


Figura 18 - Analisando a pressão de uma onda, gerado por um Alto-falante. Fonte: <<[https://phet.colorado.edu/sims/html/waves-intro/latest/waves-intro\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/waves-intro/latest/waves-intro_pt_BR.html)>>. Acesso em 13/01/2021.

11) Utilizando as ferramentas disponíveis no simulador, encontre uma maneira de medir a frequência ( $f$ ) do auto-falante. Para um determinado valor de  $f$  meça o comprimento de onda ( $\lambda$ ) e calcule a velocidade da onda ( $v = \lambda \cdot f$ ).

### ONDA LUMINOSA

12) Uma onda luminosa é uma onda transversal ou longitudinal?

13) Aumentando a amplitude aumenta ou diminui a intensidade da onda luminosa?

14) Aumentando a frequência, o comprimento de onda aumenta ou diminui na onda luminosa? E se diminuir a frequência, o comprimento de onda aumenta ou diminui?

15) Sabendo que o comprimento de onda da luz visível (vermelho, laranja, amarelo, verde, ciano, azul e violeta) encontra registrada na figura 17. E considerando a velocidade da luz  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s, calcule a frequências de onda dessas cores.

### 3. Referência

CATUNDA, Toma. **Roteiro PhET – Onda**. Disponível em: <<[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5747732/mod\\_resource/content/1/Roteiro%20NDAS%20PHET%20tomaz.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5747732/mod_resource/content/1/Roteiro%20NDAS%20PHET%20tomaz.pdf)>>. Acesso em 24/02/2021.

HELERBROCK, Rafael. **Espectro eletromagnético**. Disponível em: <<[UNIVERSIDADE DO COLORADO \(Org.\). \*\*Simulações Interativas PhET\*\*. Disponível em: <<\[https://phet.colorado.edu/pt\\\_BR/\]\(https://phet.colorado.edu/pt\_BR/\)>>. Acesso em: 21/02/2021.](https://brasilecola.uol.com.br/fisica/espectro-eletromagnetico.htm#:~:text=Em%20ordem%20crescente%20de%20frequ%C3%A2ncias%20as%20cores%20do%20espectro%20vis%C3%ADvel,de%20frequ%C3%A2ncia%20do%20espectro%20eletromagn%C3%A9tico.>>. Acesso em 24/02/2021.</p>
</div>
<div data-bbox=)

Aluno (a): \_\_\_\_\_ 2° Ano, Turma: \_\_\_\_\_

## ATIVIDADE 04 - EXPERIMENTO VIRTUAL DE SIMULAÇÃO DE ONDA EM UMA CORDA

### 1. Material

Acessar a hiperímia do Phet Colorado, do experimento de Ondas em uma corda. Disponível em: <<https://phet.colorado.edu/en/simulations/wave-on-a-string>>.

### 2.Procedimentos:

2.1 Selecione as opções **pulso** (pulse) (está na caixa do lado esquerdo superior) e **sem fim** (no end) (está do lado direito superior). Na parte inferior, ajuste a **amplitude** para 0,40cm, a **duração do pulso** 0,80s, o **amortecimento** (damping) em nenhum (none) e a tensão em média. Vai aparecer uma tela com uma corda em repouso, como mostrada na figura 19.

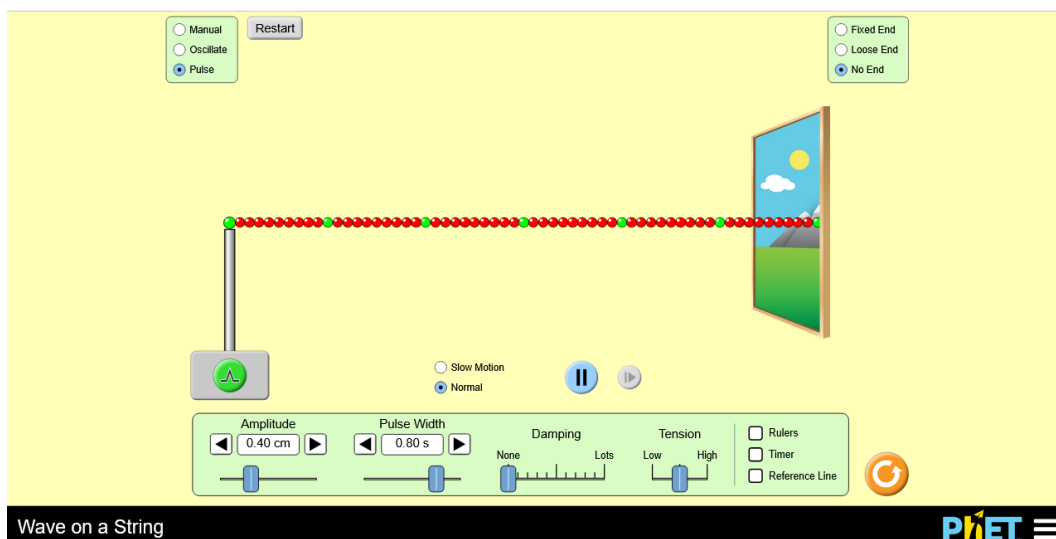


Figura 19 -Onda em uma corda. Fonte:<<[https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-on-a-string/latest/wave-on-a-string\\_en.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-on-a-string/latest/wave-on-a-string_en.html)>>. Acesso 10/11/2021.

2.2 Acione o botão verde e observe o comportamento do pulso. Mude, então, para o modo oscilador (está no lado esquerdo superior) e veja que, no lugar da duração do pulso agora aparece a frequência. Faça explorações mudando o valor da amplitude e da frequência. Observe o que acontece com o comprimento de onda quando aumenta a frequência.

2.3 Acione a régua e o cronômetro (no lado inferior direito). Mude a frequência para 0,8Hz e toque a visualização da onda para o modo lento como na figura 20.

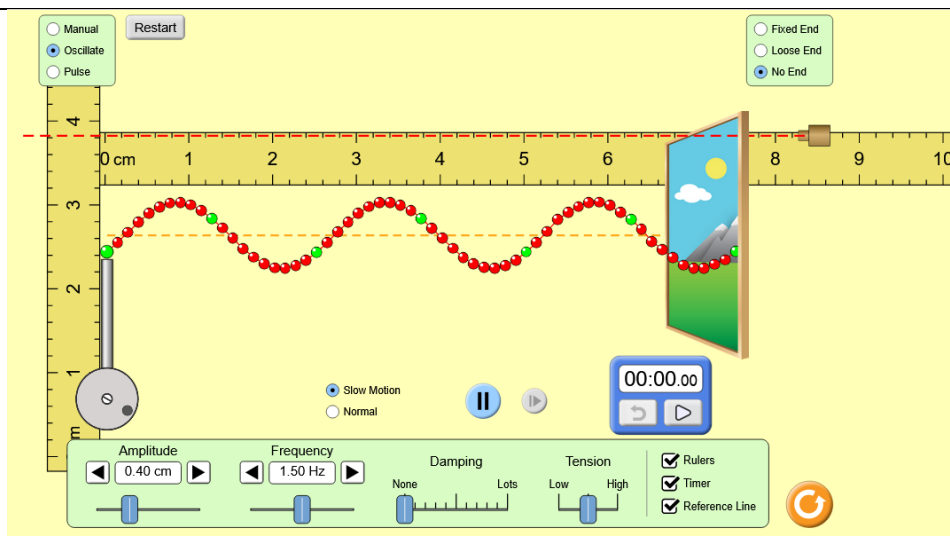


Figura 20 - Propagação de onda em uma corda. Fonte: << [https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-on-a-string/latest/wave-on-a-string\\_en.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-on-a-string/latest/wave-on-a-string_en.html)>>. Acesso 10/11/2021.

**2.4** Meça com o cronometro o período (T) da Onda; Logo em seguida pela relação  $f=1/T$  calcule a frequência e veja que o resultado é 1,50Hz.

**2.5** Dê uma pausa na onda quando a bolinha verde inicial estiver na posição superior e, então. Meça o valor do comprimento de onda. Calcule a velocidade da onda produzida. ( $v=\lambda.f$ )

**2.6** Mude a frequência pela metade, e torne a medir o comprimento de onda. Você vai observar o mesmo valor da velocidade obtida anteriormente...

**2.7** O valor da velocidade mudará se você alterar a tensão da corda. Verifique que realmente isso acontece.

**2.8** Alterar a tensão da corda significa está mudando as características do meio no qual a onda estar se propagando. Em um meio com as mesmas características – como a tensão sua tensão e sua massa por unidade de comprimento - a velocidade é sempre a mesma, ainda que as frequências ou amplitudes sejam diferentes. Em uma piscina poderíamos alterar a velocidade de propagação da onda?

### QUESTIONÁRIO DE DISCUSSÃO

**1)** Esta é uma onda transversal ou longitudinal? Em que direção a onda está viajando em comparação com a perturbação, perpendicular ou paralela?

**2) (ENEM 2012)** Em um dia de chuva muito forte, constatou-se uma goteira sobre o centro de uma piscina coberta, formando um padrão de ondas circulares. Nessa situação, observou-se que caíam duas gotas a cada segundo. A distância entre duas cristas consecutivas era de 25 cm e cada uma delas se aproximava da borda da piscina com velocidade de 1,0 m/s. Após algum tempo a chuva diminuiu e a goteira passou a cair uma vez por segundo. Com a diminuição da chuva, a distância entre as cristas e a velocidade de propagação da onda se tornaram, respectivamente,

a) maior que 25 cm e maior que 1,0 m/s.

b) maior que 25 cm e igual a 1,0 m/s.



- c) menor que 25 cm e menor que 1,0 m/s.
- d) menor que 25 cm e igual a 1,0 m/s.
- e) igual a 25 cm e igual a 1,0 m/s.

(A velocidade de propagação neste caso não é alterada, pois ela depende das condições do meio em que ela é propagada e isto não é modificado com a diminuição da chuva. O que ocorre é uma queda da frequência de duas gotas por segundo para uma por segundo. Como  $v = \lambda f$ , a queda da frequência provoca um aumento do comprimento de onda (distância entre duas cristas sucessivas), maior que 25 cm. Resposta é a letra “B”, maior que 25 cm e igual a 1,0 m/s.

**ATIVIDADES EXPERIMENTAIS 05 – ONDA NUMA CORDA**

Onda é uma perturbação que transporta energia sem transportar matéria.

**1) OBJETIVO**

- Quantificar a propagação de ondas em cordas tensas.
- Entender a geração de fenômenos ondulatórios em cordas tensas;
- Entender a influência das características físicas das cordas nas ondas geradas;
- Entender a relação entre as variáveis que descrevem este fenômeno.

**2) INTRODUÇÃO****Classificações da Onda****I) Segundo sua forma:**

**Longitudinal (na figura 21- I):** Quando a vibração da onda está no mesmo sentido da sua propagação. Exemplo: som;

**Transversal (na figura 21 - II):** Quando a vibração da onda está no sentido perpendicular à sua propagação. Exemplo: luz.

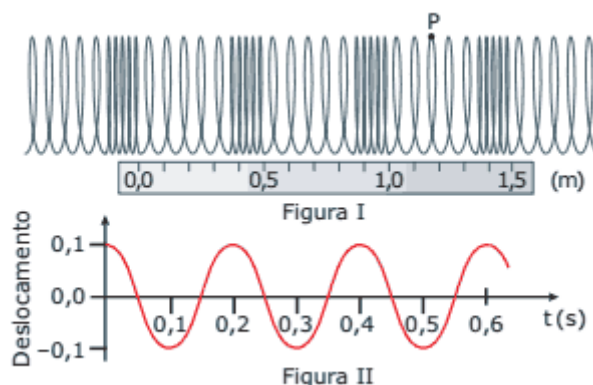


Figura 21 - Ondas Longitudinais (I) e Ondas Transversais (II).

Fonte: <<<https://exerciciosweb.com.br/fisica/exercicios-sobre-fisica-ondulatoria/>>>. Acesso 03/01/2021.

**II) Segundo sua natureza:**

- **Mecânica:** Necessita de um meio material para se propagar. Exemplo: som;
- **Eletromagnética:** Se propaga no vácuo e em meios materiais de forma transversal. Exemplo: luz.

**Observação:** Velocidade da luz no vácuo (c):  $3 \cdot 10^8$  m/s.

**III) Segundo a direção da propagação:**

- **Unidimensional (1D):** quando a propagação é apenas em uma direção. Exemplo: onda em uma corda;
- **Bidimensional (2D):** quando a propagação é feita em duas direções. Exemplo: onda em uma superfície de água;
- **Tridimensional (3D):** quando a propagação é feita em três dimensões. Exemplo: ondas de luz.

**IV) Propriedades**

- **Frequência (f):** É o número de ciclos realizados por uma certa unidade de tempo;
- **Período (T):** é o intervalo de tempo para realizar um único ciclo.

Temos que:

$$f = \frac{1}{T}$$

## V) Elementos de uma Onda Periódica (na figura 22)

### Definições

- **Crista:** ponto mais alto da onda;
- **Vale:** ponto mais baixo da onda;
- **Amplitude:** é a distância entre o eixo de equilíbrio até a crista ou até o vale;
- **Comprimento de onda ( $\lambda$ ):** é a distância entre o início de um ciclo de onda para outro,
- ou seja, é o equivalente à distância entre duas cristas ou dois vales.

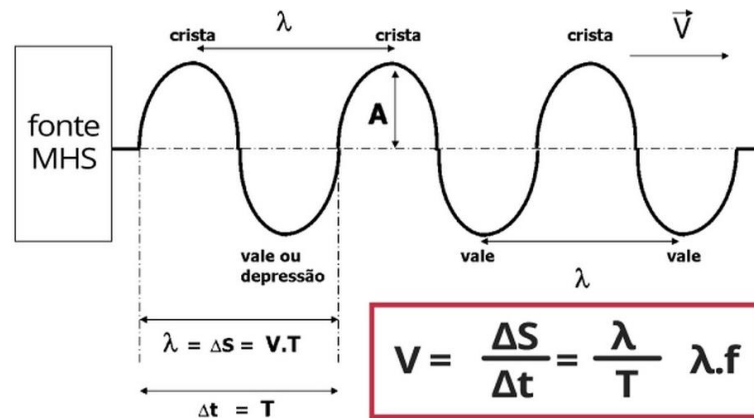


Figura 22 - Ondas Periódicas. Fonte: << <https://g1.globo.com/educacao/enem/2017/noticia/enem-2017-professores-listam-as-formulas-de-fisica-mais-importantes-para-a-prova.shtml> >>.. Acesso em 06/01/2021 (adaptada).

## Velocidade de propagação da onda

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

## VI) Cordas

### a) Reflexão na corda (na figura 23)

- **Extremidade fixa:** quando o pulso refletido é invertido;
- **Extremidade livre:** quando o pulso refletido **não** é invertido.

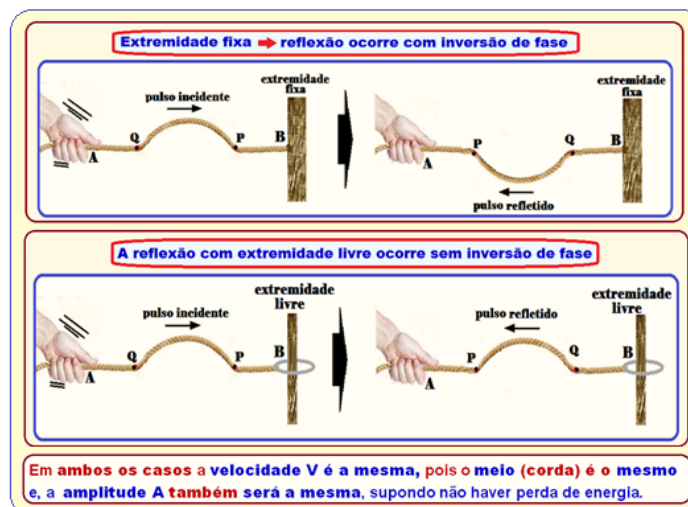


Figura 23 - Reflexão em cordas. Fonte: << <http://fisicaevestibular.com.br/novo/wp-content/uploads/universidades-2018/formulario/ondul03/ondul03.html> >>.. Acesso em 23/01/2021.

### **b) Velocidade da onda em uma corda**

A velocidade  $v$  de propagação de um pulso (meia onda) que se propaga numa corda esticada depende da intensidade da força ( $T$ ) que a traciona e da densidade linear ( $\mu$ ), conforme a fórmula de Taylor:

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

A densidade linear ( $\mu$ ) é a relação entre a massa ( $m$ ) e o comprimento ( $L$ ) da corda:  $\mu = m/L$ . Numa corda, a velocidade de propagação de uma onda é proporcional à raiz quadrada da tensão e inversamente proporcional à raiz quadrada da densidade. Ou seja, aumentando-se a tensão, aumenta-se a velocidade da propagação e aumentando-se a densidade da corda, a velocidade diminui.

Dessa fórmula podemos obter três conclusões a partir da observação dela: quanto maior o raio  $r$  de uma corda menor será a velocidade de propagação da onda na corda; quanto maior a força tensora  $F$  maior será a velocidade da onda; quanto maior a densidade absoluta  $\mu$  menor será esta velocidade.

### **3) MATERIAIS UTILIZADOS**

6 Cordas de 1cm de diâmetro e 6 metros de comprimento;

6 Cordas de 0,6 cm de diâmetro e 6 metros de comprimento.

### **4) PROCEDIMENTOS**

Os alunos ao realizar a experiência das ondas na corda variando a densidade, a tensão e a frequência, e iram observar mais de perto o comportamento das cordas.

Os alunos devem arrumar suas carteiras em forma de círculo dentro da sala de aula, para que todos possam observar as ondas. Depois cada grupo vai escolher um aluno para segurar a corda (criando um ponto fixo) e o outro aluno vai começar a gerar ondas com a corda pouco tensionada e os alunos de cada grupo devem para observarem o fenômeno. Aumente então a tensão na corda e repita o experimento. Depois troque por uma corda de densidade diferente e repita outra vez o fenômeno.

Em seguida, repita o experimento, porém, agora coloque a argola de metal (aquela usada em chaves) na extremidade da corda e com outra argola de encaixe na argola que está na corda, formando uma extremidade livre. E observe o que ocorre de diferente, no comportamento das cordas.

### **5) QUESTIONÁRIO DE DISCUSSÃO**

1) O que faz com que as ondas geradas nas cordas sejam diferentes mesmo quando se aplica a mesma força em cada uma delas?

2) É possível gerar ondas iguais em cordas diferentes? Como?

3) Tem-se uma corda de massa 400g e de comprimento 2,5m, tracionada de 288N. Determine a velocidade de propagação de um pulso nessas condições.

4) Suponha uma corda de 10 m de comprimento e massa igual a 500 g. Uma força de intensidade 300 N a traciona, determine a velocidade de propagação de um pulso nessa corda.

GOMES, José Marcelo. **Propagação de ondas em cordas tensas**. Disponível em: <[http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?pagina=espaco%2Fvisualizar\\_aula&aula=19534&secao=espaco&request\\_locale=es](http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?pagina=espaco%2Fvisualizar_aula&aula=19534&secao=espaco&request_locale=es)>. Acesso em 23/01/2021.

Aluno (a): \_\_\_\_\_ 2º Ano, Turma: \_\_\_\_\_

## ATIVIDADE 06 – PRODUÇÃO DE OSCILAÇÕES EM CORDAS (LINHA N°10) COM EXTREMIDADE LIVRE

**Introdução:** Considerando uma corda presa por um anel a uma haste idealizada, como na figura 24, portanto sem atrito. Ao atingir o anel, o movimento é continuado, embora não haja deslocamento no sentido do pulso, apenas no sentido perpendicular a este. Então o pulso é refletido em direção da aplicação, mas com sentido inverso. Como mostra a figura:



Figura 24 - Onda em uma corda com extremidade livre. Fonte: <<  
<https://www.sofisica.com.br/conteudos/Ondulatoria/Ondas/reflexao.php>>>. Acesso em 22/02/2021.

Para estes casos não há inversão de fase, já que o pulso refletido executa o mesmo movimento do pulso incidente, apenas com sentido contrário. É possível obter-se a extremidade livre, amarrando-se a corda a um barbante muito leve, flexível e inextensível.

### O que faz a pipa voar?

Existe uma camada superior na forma convexa e uma inferior que pode ser côncava ou reta. Quando o ar passa mais rápido por cima, a pressão do ar na parte de cima é menor. Então a pressão na parte inferior empurra a **pipa** para cima, assim a **pipa voa**. Conforme o ângulo, o ar passar mais ou menos rápido na **pipa**.

### Como a pipa se mantém no ar, mesmo sendo mais pesada que ele?

A pipa é feita de papéis finos e possui uma estrutura de varetas que dá forma a ela. Quando a pipa está em voo, ela interage com o vento; atuando como um defletor deste, e acaba o empurrando para baixo. Esta interação corresponde à força que o vento faz sobre a pipa, e à força que a pipa faz sobre o vento.

Assim, de acordo com a terceira lei de Newton - Ação e Reação, essas forças são iguais em magnitude, direção e direção. A magnitude dessas forças corresponde à mudança no momento da massa de ar desviada pelo vento,  $F = \Delta Q / \Delta t$ , de acordo com a segunda lei de Newton – Princípio fundamental da dinâmica. Ou seja, a força que o vento exerce sobre a pipa a mantém voando. Podemos pensar nisso como o resultado de dois componentes: vertical e horizontal. Se a força da pipa for maior que a da força da gravidade, a componente vertical levantará a pipa. Se forem iguais em força, atingirá a altura mais alta possível, de modo que permanecerá suspensa no ar. O componente horizontal, arrasta a pipa para longe quando o empinador solta linha, ou é equilibrada pela força da mão do empinador quando a linha é presa.

### **Para que serve o rabiola? Você já tentou empinar uma pipa tradicional sem cauda?**

Ela pode ficar completamente fora de controle. A função da cauda é exatamente essa: gerar um peso em uma ponta da pipa que a mantenha em uma posição definida. Com uma cauda curta, a pipa será mais manobrável, mas menos estável. As pipas de cauda longa são mais estáveis, mas menos manobráveis.

#### **MATERIAIS UTILIZADOS:**

Linha nº10

Pipa média

Sacola plástica

Balança de precisão

Garrafa pet de 1 litro para amarrar a linha

#### **PROCESSEDIMENTOS**

Cada grupo receberá duas pipas, 2 carreteis de linha nº10, plástico para fazer rabiola da pipa, em seguida o grupo vai ser levado para um campo de futebol para empinar a pipa e deixar ela voando, nesse momento através de movimentos repetitivos na linha da pipa, de cima para baixo, ou de baixo para cima, ou da esquerda para direita, ou direita para esquerda, para produzir oscilações. Depois de observar os movimentos oscilatórios produzidos o grupo vai responder quatro perguntas abaixo.

#### **Observações importante:**

- A pipa está pronta para levantar voo, faça enfeites, respeitando a sua proporcionalidade, tudo que você colocar de um lado o outro também deverá ter;
- Se ao soltar sua pipa ela ficar dando cabeçada de um lado para outro, quer dizer que está faltando cauda ou rabiola, aumente até chegar ao seu tamanho ideal;
- Se estiver com dificuldades de subir e cair como uma pedra é sinal que está com muita cauda ou rabiola.

#### **QUESTIONÁRIO DE DISCUSSÃO**

1) O que é oscilação?

2) As oscilações produzidas nas linhas é percebida pela movimentação da pipa, o que tem em comum com a corrente elétrica alternada (é um tipo corrente, onde os elétrons realizam um movimento oscilatório em torno da mesma posição e, sem se propagam ao longo do condutor)?

3) O que é frequência de oscilação?

4) O que observa na pipa voando quando produz oscilações com a linha presa a ela? A pipa fica agitada ou não observa nada.

5) Calcule a massa e a densidade linear da linha da pipa [ $\mu$  = massa da linha / comprimento da linha];

#### **Referências**

Acesso em 11/11/2019 00:12:51. **Por que as pipas voam?**. Disponível em:<<<https://brainly.com.br/tarefa/10552957>>>. Acesso em 10/11/19.

**Reflexão de ondas.** Disponível em:<<<https://www.sofisica.com.br/conteudos/Ondulatoria/Ondas/reflexao.php>>>. Acesso em 10/11/19.

PINTA, Fabiana M.; OLIVEIRA, Aline F. de; FARIAS, Juliana C.; LOPES, Giovani R.; LIPINSKI, Beatriz B.; COSTA, Sueli do Rocio N. . **A Física nos brinquedos – Pipa**. Disponível em:<<[file:///C:/Users/weude/Downloads/silo.tips\\_a-fisica-nos-brinquedos-pipa.pdf](file:///C:/Users/weude/Downloads/silo.tips_a-fisica-nos-brinquedos-pipa.pdf)>>. Acesso 10/11/2019.

Aluno (a): \_\_\_\_\_ 2º Ano, Turma: \_\_\_\_\_

## **ATIVIDADE 07 – PRODUÇÃO DE UMA PARÓDIA (MÚSICA OU POESIA) SOBRE ONDAS**

### **Introdução:**

Segundo a Wikipédia, paródia é “uma releitura cômica de alguma composição literária ou musical, que frequentemente utiliza ironia e deboche”. Geralmente é semelhante ao original e quase sempre tem um significado diferente. A paródia nasce de uma nova interpretação, da recriação de obras existentes. Seu objetivo é adaptar o original a um novo contexto, mover as diferentes versões para um lado mais enxuto e usar o sucesso do original para entregar um pouco de alegria.

### **Procedimento:**

Cada grupo na sala de informática vai fazer uma pequena pesquisa sobre poesias, músicas e paródias relacionada a ondas na internet, e em seguida o grupo irá elaborar uma música ou poesia sobre ondas (Mínimo 3 versos e 4 estrofes).

Após a elaboração da música ou poesia, o grupo vai entregar ao professor o texto contendo o trabalho, e deverá também escolher um dos membros para produzir um podcast (mp3) sobre essa produção.

### **Exemplo:**

#### **Cantiga**

Nas ondas da praia  
Nas ondas do mar  
Quero ser feliz  
Quero me afogar.

Nas ondas da praia  
Quem vem me beijar?  
Quero a estrela-d'alva  
Rainha do mar.

Quero ser feliz  
Nas ondas do mar  
Quero esquecer tudo  
Quero descansar.

(Estrela da Manhã)  
Manuel Bandeira

### **Referência**

**PARÓDIA.** In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2020. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Par%C3%B3dia&oldid=59912200>>. Acesso em: 30 nov. 2020.

Aluno (a): \_\_\_\_\_ 2º Ano, Turma: \_\_\_\_\_

## **ATIVIDADE 08 – APRESENTAÇÃO DAS PARÓDIAS E DISCUSSÃO DE RESULTADOS**

### **Introdução:**

Nessa atividade vamos demonstrar o processo e os resultados de uma prática de ensino que utiliza a confecção de paródias ou poesias sobre ondas, realizada pelos alunos. Em que a apresentação do trabalho será utilizada como ferramenta de avaliação, promovendo a aproximação do aluno com o conteúdo abordado sobre ondas, de maneira mais agradável, incentivando-os à prática de pesquisa ao observar como as ondas fazem parte do nosso cotidiano.

### **Procedimento:**

**1º Momento:** Os alunos vão entregar ao professor a produção da paródia ou poesia, a parte escrita e o arquivo do podcast no formato mp3;

**2º Momento:** Os alunos iram apresentar a produção de paródia sobre ondas;

**3º Momento:** O professor juntamente com os alunos irá fazer uma discussão sobre as aplicações dos estudos das ondas e seus impactos sociais;

**4º Momento:** Analisar junto com os alunos sobre a proposta da sequência didática sobre ondas, através multimeios, se atualizou, ampliou e trouxe para eles uma aprendizagem sobre ondas.