

GUIA DIDÁTICO PARA O ENSINO DE ONDAS

An abstract graphic featuring flowing, translucent blue and green waves against a dark background. The waves are composed of many thin, overlapping lines. In the center, there is a cluster of bright blue and yellow particles, some of which are arranged in a wave-like pattern, suggesting a representation of light or sound waves. The overall effect is dynamic and futuristic.

ATIVIDADES
LÚDICAS E EXPERIMENTAIS

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



GUIA DIDÁTICO PARA O ENSINO DE ONDAS: ATIVIDADES LÚDICAS E EXPERIMENTAIS

Hélio Evangelista da Silva
Bianca Martins Santos
Mestrado Profissional de Ensino de Física – MNPEF/ Polo 59/ UFAC

Sumário

APRESENTAÇÃO	3
INTRODUÇÃO	4
ATIVIDADE LÚDICA	6
CONCEITOS DE ONDULATÓRIA ATRAVÉS DA MÚSICA	6
ATIVIDADE EXPERIMENTAL	8
REFLEXÃO E REFRAÇÃO NA CORDA	8
ATIVIDADE LÚDICA E EXPERIMENTAL	11
PROPAGAÇÃO DE ONDAS SONORAS E O EFEITO DOPPLER	11
ATIVIDADE EXPERIMENTAL	14
ONDAS ESTACIONÁRIAS EM CORDAS VIBRANTES: RESSONÂNCIA	14
REFERÊNCIAS:	17
APÊNDICE 1 – QUESTIONÁRIO INICIAL	19
APÊNDICE 2 – QUESTIONÁRIO FINAL	20
BLOCO I - TEORIA	20
BLOCO II - OPINÁRIO	21

Apresentação

Caro professor,

É com grande satisfação que trazemos a público o Guia didático para o ensino de ondas: Atividades lúdicas e experimentais. Esta publicação é fruto do Programa Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Federal do Acre (UFAC) em parceria com o Grupo de Pesquisa e Extensão em Ensino de Ciências (GPEEC).

Este material tem por objetivo auxiliar o docente na sua prática educacional, apresentando atividades lúdicas e experimentais para o ensino de ondas sonoras. Trata-se de um produto educacional do mestrado nacional de Física, para servir como instrumento de apoio no ensino de Física do ensino médio. A ideia é a de ser um recurso alternativo ao trabalho docente em sua relação com o livro didático de Física.

Esperamos que este material possa servir como suporte para o trabalho do professor com os alunos em sala de aula na abordagem de vários temas. O Guia didático foi dividido em quatro capítulos, cada capítulo relaciona a teoria com uma atividade, que pode ser lúdica, experimental ou associação das duas, os recursos utilizados são acessíveis e de baixo custo, necessitando apenas que o professor realize as atividades em sala de aula, pensado os alunos como protagonistas no processo de ensino aprendizagem. Faça bom uso dele.

Hélio Evangelista da Silva e Bianca Martins Santos

Introdução

As aulas de Física para o ensino médio, há muito tempo baseia-se principalmente no método tradicional, porém com os avanços tecnológicos na sociedade, tal modelo não tem sido visto com ideal no aspecto de ganhos de aprendizagem, ou seja, não atende as perspectivas dos professores e principalmente dos alunos. Por isso, se faz necessário uma reflexão da metodologia utilizada nas aulas de física, bem como a utilização de atividades lúdicas e experimentais para auxiliar e contribuir para um aprendizado mais significativo. Sobre a importância das atividades lúdicas, como o uso da música, os PCN+ destaca a importância nas competências, no item III.2 (BRASIL, 2006, p. 15), “Compreender a Física como parte integrante da cultura contemporânea, identificando sua presença em diferentes âmbitos e setores, como, por exemplo, nas manifestações artísticas ou literárias, em peças de teatro, letras de músicas etc., estando atento à contribuição da ciência para a cultura humana.” Considerando esse princípio, o guia didático traz uma atividade lúdica envolvendo uma paródia da música “Baile da favela”, como uma ferramenta para introduzir os conceitos de ondas.

Ainda sobre as orientações contidas nos PCN+, quanto a importância das atividades experimentais, destaca-se a interação do aluno com os conceitos teóricos colocados em prática, evidenciando a importância da contextualização e aplicação da teoria no dia-a-dia do aluno. Os PCN+ também frisa (BRASIL, 2006, p. 37): “É indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis. É dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo a curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável.”

Sobre a utilização das atividades experimentais e lúdicas, foi desenvolvido “O Guia didático para o ensino de ondas”, que tem como objetivo auxiliar o professor de Física do ensino médio, e ser utilizado juntamente com o livro didático. O Guia didático é constituído por quatro capítulos, que servirá como ferramenta de auxílio no trabalho em sala de aula, para compreender e vivenciar o conteúdo com a prática experimental e atividades lúdicas.

O presente trabalho não visa fazer substituição do livro didático de Física, tampouco mudar a metodologia do professor em sala de aula, mas servirá como um instrumento de apoio para a compreensão do conteúdo, e como instrumento para o aluno investigar e agir como protagonista no processo de ensino e aprendizagem. Este servirá como incentivo para praticar a teoria, relacionando-a com outras atividades dispostas no livro didático.

O Guia didático foi desenvolvido no curso de mestrado de Física, em um formato simples e acessível, dividido em 4 capítulos, com atividades lúdicas e experimentais, sempre pensando no aluno como sujeito principal do ensino, visando a participação ativa nas ações propostas. Além dos capítulos com as atividades propostas, o Guia inclui o Questionário inicial (Apêndice 1), com objetivo de analisar os conhecimentos prévios dos alunos, bem como a opinião deles sobre a disciplina de física; e o Questionário final (Apêndice 2), que investiga o conhecimento adquirido pelos alunos e a avaliação dos mesmos sobre as atividades realizadas. Vale ressaltar que tais questionários são opcionais ao professor que utilizará o presente Guia.

1

Atividade lúdica

Conceitos de Ondulatória através da Música



A quantidade de fenômenos da natureza que envolvem conceitos de ondulatória é amplo e diversificado. A variedade de sons produzidos pelos instrumentos musicais baseia-se na superposição de ondas estacionárias, tanto nas cordas de instrumentos como a guitarra e o piano, bem como na coluna de ar dos tubos que formam os instrumentos de sopro e nas superfícies vibrantes dos instrumentos de percussão. Até o simples fato de falar têm origem nas vibrações produzidas nas cordas vocais. Assim, o movimento ondulatório consiste em uma agitação capaz de transportar energia, sem o

transporte de matéria. As ondas são classificadas quanto a natureza em: **mecânica**, que precisa de um meio material para existir, como exemplo as ondas propagando na água, ar, metal, etc.; e **eletromagnética**, que não precisam de um meio material para existir e se propagam no vácuo, como exemplo a luz, raios-X, ondas de rádio, etc. Além disso, quanto ao tipo de vibração têm-se: **longitudinal** e **transversal**, no qual a vibração está na mesma direção de propagação ou na direção perpendicular, respectivamente. Quanto a direção de propagação, podem-se propagar em **uma (unidimensional)**, **duas (bidimensional)** ou **três (tridimensional) direções**, como exemplo ondas em uma corda, ondas na superfície de um lago e o som, respectivamente.

Esta atividade envolve...

Conceito de onda.

Classificação das ondas quanto à forma de vibração; natureza; e direção de propagação.

Conhecimentos prévios

O movimento ondulatório pode ser observado no seu cotidiano?

Onde?

Materiais

Letra da Paródia ao lado.

Playback da música Baile de Favela.

Caixa de som.

Paródia – Baile de Favela

Ondulatória, pega essa ideia
 Lá vem a onda com agitação dela
 E o que ela faz é uma tragédia
Leva energia, mas não leva a matéria
 E pra classificar, eu vou te falar
 De forma e natureza, mas olha que beleza
 Quanto a sua forma, tem **longitudinal**
 Que segue só pra frente sem olhar pra lateral
 Já a **transversal** pode até levar
 Pra cima ou pra baixo e pra frente legal
 E quanto a natureza, tem duas “opção”
 Eletromagnética e mecânica, irmão
Mecânica precisa de um meio material
 Pra **eletromagnética** um vácuo tá legal
 E quanto a direção, vou te dar a real
 Tem **uni** e tem **bi** e tem a **tridimensional**.
 (Autoria: Rayane Casimiro Rosas)



Dicas...

- Acompanhe a letra da música.
- Reflita sobre a letra. Você já se perguntou como a onda pode levar energia, sem levar matéria?
- Pense, você reconhece exemplos de ondas no seu cotidiano?

<https://prodigital.com.br/wp-content/uploads/Sempre-quis-ser-detetive-9-jogos-para-voc%C3%A3o-se-sentir-um.jpg>

Aprenda a cantar a Paródia da música Baile de Favela, discuta em grupo os conceitos sobre ondulatória e teste os seus conhecimentos respondendo às perguntas a seguir.

Teste seus conhecimentos...

1 – O que são ondas?

2 – Como são classificadas as ondas em relação a direção de propagação? Qual a diferença entre elas?

3 – Como são classificadas as ondas em relação a forma de vibração? Qual a diferença entre elas?

4 – Como são classificadas as ondas quanto a natureza? Qual a diferença entre elas?

5 – Cite dois exemplos de ondas se propagando em uma dimensão. E classifique-as quanto a forma de vibração e natureza.

6 – Cite dois exemplos de ondas se propagando em duas dimensões. E classifique-as quanto a forma de vibração e natureza.

7 – Cite dois exemplos de ondas se propagando em três dimensões. E classifique-as quanto a forma de vibração e natureza.

Pesquise em diferentes fontes, como livros, revistas, jornais e internet, com o objetivo de responder a questões apresentadas nesta primeira atividade. Em caso de dúvidas durante a realização dessa atividade, registre-as para discutir com seu professor. Preparem-se também para apresentar esses resultados para seus colegas de classe. Não esqueça de sempre de citar as fontes pesquisadas.

2

Atividade experimental

Reflexão e Refração na corda



Quando dizemos que um objeto oscila, quase sempre imaginamos um movimento com características específicas: o objeto vai de um lado para outro, repetindo a mesma trajetória. Se a trajetória é percorrida sempre da mesma maneira, no mesmo intervalo de tempo, trata-se de um movimento periódico. Como exemplos, temos o movimento de um balanço infantil, do pêndulo de um relógio ou das cordas de um instrumento musical como o violino. Qualquer que seja o tipo de onda, ela está sujeita aos fenômenos da reflexão, refração.

Reflexão: Ocorrerá reflexão sempre que uma onda atingir determinada superfície e voltar a propagar-se no meio de origem. A onda refletida manterá a **velocidade, frequência e comprimento de onda** iguais aos da onda incidente.

Refração: Ocorre refração quando a onda muda seu meio de propagação. A

luz do Sol, por exemplo, vem da estrela através do vácuo e sofre refração ao entrar na atmosfera terrestre. Na refração, **a velocidade de propagação da onda será alterada**, pois a mudança de meio gera mudança no comprimento de onda. A frequência das ondas, por depender da fonte geradora, não é alterada na refração.



<https://worldsmusics.files.wordpress.com/2014/10/violin.jpg>

Esta atividade envolve...

- O fenômeno da reflexão e refração de ondas se propagando em cordas tensas.
- Reconhecer o fenômeno da reflexão em cordas tensas;
- Gerar e analisar o fenômeno;
- Quantificar o fenômeno;
- Saber diferenciar reflexão da refração.

Conhecimentos prévios

Como ocorre a propagação de

Motivação

1) Em uma transmissão ao vivo de um jogo de futebol pela TV ou rádio, você comemora o gol exatamente no mesmo momento que as pessoas que estão assistindo ao jogo no estádio? [A resposta correta é "não", quem assiste comemora com alguns poucos segundos de atraso...]

2) Quando acontece um terremoto no meio do mar, forma-se um tsunami. De que forma as autoridades de cada país sabem o momento em que o tsunami vai chegar em seu território? [Você sabia que é possível fazer cálculos para isso, veremos mas a frente]

As ondas tem um comportamento de fácil descrição pois elas se propagam executando movimentos periódicos, possuem uma velocidade de propagação constante e portanto facilmente equacionável. Vamos tentar entender melhor a pergunta (1) e inclusive realizar os cálculos para responder às perguntas número (1) e (2).

Para isso precisamos conhecer algumas grandezas associadas às ondas:

a) **período**. Ao ir para a escola de ônibus, de quanto em quanto tempo passa um ônibus no seu bairro? [20 minutos por exemplo, este valor é o período do ônibus, que, para o estudo de ondas chamaremos de período (T). O tempo que leva para o ciclo se repetir.];

b) **comprimento de onda**. Qual a distância que o ônibus percorre nesses 20 minutos? [Considere por exemplo um valor de 10 km como resposta. Esse corresponde a distância percorrida em um período, que chamaremos de comprimento de onda (λ);

ondas em cordas tensas?

É possível determinar o comprimento e a velocidade dessa onda?

Materiais

Cordas de diferentes densidades;

Barbante;
Datashow;
Computador ou notebook.

c) **frequência**. Para esta mesma linha de ônibus, qual seria então a frequência com que ela passa por hora? [3 vezes por hora. Esta é a frequência que o ônibus passa, que chamaremos de frequência (f)].

Lembre-se que para o estudo de ondas, devemos considerar todas as unidades dentro do sistema internacional de unidades (SI), portanto temos que trabalhar com “segundos” e “metros”.

Atividade 1:

O que você entende por reflexão? E quais exemplos você poderia citar do fenômeno?

A reflexão também ocorre em pulsos gerados em cordas tensas.

1° passo: pegue duas cordas comuns e iguais, com o tamanho mínimo do comprimento de uma sala de aula.

2° passo: amarre uma das cordas diretamente na grade da janela, no pé da mesa ou em algum lugar alto o suficiente, de duas maneiras, uma fixa e a outra para que fique móvel.

3° passo: gere pulsos nas cordas, um de cada vez, e quando o pulso chegar no ponto onde estiver amarrada, será refletida, gerando outro pulso, e assim sucessivamente.

Observe o que acontece quando os pulsos chegam nas extremidades. Note que na corda de extremidade fixa (amarrada diretamente na grade) o pulso se reflete mas de forma inversa em relação ao pulso inicial. Já na corda de extremidade livre (amarrada na argola) a reflexão ocorre sem a inversão de fase.

Atividade 2:

Simulação “Wave on a string”: https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-on-a-string/latest/wave-on-a-string_en.html

1° passo: realizar a simulação de um pulso com a corda em extremidade fixa.

2° passo: realizar a simulação de um pulso com a corda em extremidade móvel.

Atividade 3:

1° passo: pegue duas cordas de diferentes densidades, amarre uma na outra; e uma das extremidades da corda diretamente na grade da janela, no pé da mesa ou em algum lugar alto o suficiente.

2° passo: gere pulsos nas cordas, um de cada vez, e quando o pulso chegar no ponto de junção das cordas, observe o comportamento do pulso.



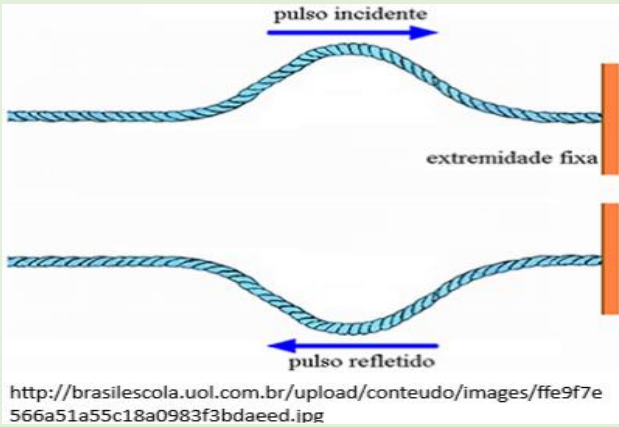
Dicas...

A reflexão acontece de maneira semelhante nas cordas de extremidade fixa e móvel? Qual a diferença?

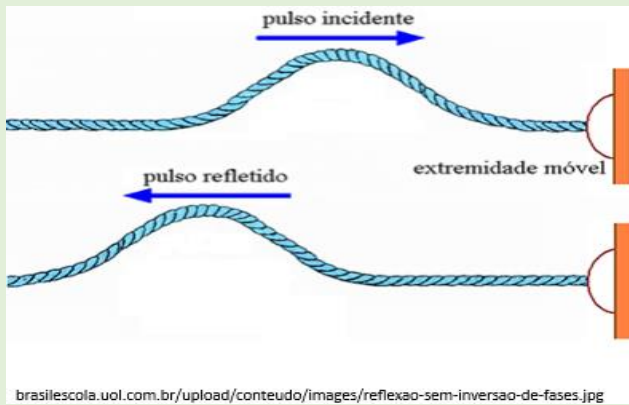
Levando-se em consideração o Princípio da Ação e Reação, explique o porquê da diferença.

Pesquise em diferentes fontes, como livros, revistas, jornais e internet, com o objetivo de responder a questões apresentadas nesta segunda atividade. Em caso de dúvidas durante a realização dessa atividade, registre-as para discutir com seu professor. Preparem-se também para apresentar esses resultados para seus colegas de classe. Não esqueça de sempre de citar as fontes pesquisadas.

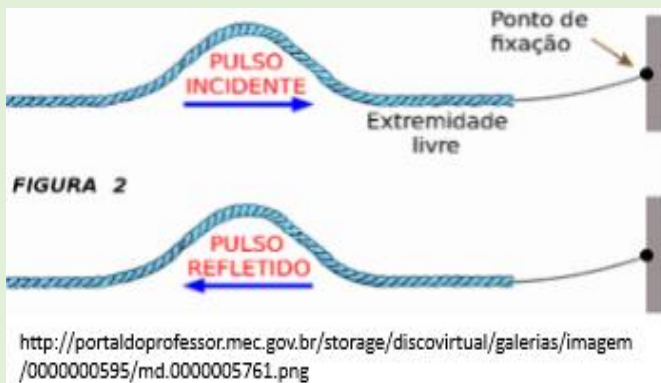
Teste seus conhecimentos...



1) Reflexão em corda com extremidade fixa. Explique a partir do Princípio de Ação e Reação o que ocorre entre a parede e a corda...



2) Reflexão em corda com extremidade livre. Explique a diferença em relação ao caso anterior e se ocorre o Princípio de Ação e Reação...



3) Refração na corda. Explique o que acontece com o pulso ao passar de uma corda para outra...

4) Qual a diferença entre reflexão e refração?

5) O que é o comprimento de onda?

6) Como podemos calcular o período e a frequência de uma onda?

7) Dê exemplos de reflexão e refração de ondas no seu dia-a-dia.

3

Atividade Lúdica e Experimental

Propagação de Ondas Sonoras e o Efeito Doppler



<https://oglobo.globo.com/sociedade/ciencia/explosao-no-espaco-poe-em-alerta-agencias-no-mundo-inteiro-6524444>



<https://www.pinterest.pt/pin/456622849705199976/?lp=true>

A orelha humana possui uma sensibilidade que, além de nos permitir captar sons de baixa intensidade, possibilita que identifiquemos vários sons diferentes, mesmo que os recebamos simultaneamente. Por exemplo, em uma apresentação de uma orquestra, nossas orelhas captam vários sons presentes no ambiente, desde os instrumentos de cordas e de sopro até os de percussão.

Considerando as fotos, será que é possível ouvir os sons das explosões? E como conseguimos ouvir os sons? Para responder a essa questão, precisamos estabelecer que o termo **som** se refere às ondas mecânicas longitudinais que se propagam no ar e em outros meios, e que sensibilizam nossa audição. Por ser uma onda mecânica, a velocidade de propagação do som normalmente é maior nos sólidos que nos líquidos, e maior nos líquidos que nos gases. Nos gases, a velocidade do som não depende da pressão, praticamente não depende da frequência e do comprimento de onda, porém depende da temperatura. Já no vácuo, não há propagação do som, uma vez que se trata de onda mecânica.

A equação fundamental da ondulatória, que relaciona a velocidade de propagação (v), a frequência (f) e o comprimento de onda (λ), é válida para as ondas em geral e, portanto, também para as ondas sonoras:

$$v = \lambda \cdot f$$


De acordo com a equação fundamental, para um mesmo meio (mesma velocidade), sons de altas frequências (sons agudos) apresentam comprimentos de onda menores que os sons de baixas frequências (sons graves). **As ondas sonoras podem sofrer reflexão, refração, interferência, difração e ressonância.** Elas somente não podem ser polarizadas, pois são ondas longitudinais e **a polarização é um fenômeno que afeta exclusivamente as ondas transversais.**

O efeito Doppler, para ondas, é o fenômeno pelo qual um observador percebe uma frequência sonora diferente da emitida por uma fonte, em virtude do movimento relativo de aproximação ou afastamento entre a fonte e esse observador.

Um exemplo do efeito Doppler é o caso de uma ambulância com a sirene ligada, durante a aproximação ou afastamento de um observador. Quando a ambulância se aproxima do observador, o som é mais agudo ou a frequência percebida é maior; e, quando a ambulância se afasta, o som é mais grave ou a frequência percebida é menor. Esse é um fenômeno característico de qualquer propagação ondulatória, e ele é muito mais presente no cotidiano do que pensamos.

O efeito Doppler é utilizado por exemplo, para medir a velocidade de objetos por meio de ondas que são emitidas por aparelhos baseados em radiofrequência ou lasers, como os radares. Na Astronomia, esse fenômeno é usado para medir a velocidade relativa das estrelas e de outros objetos celestes em relação ao planeta Terra. Na medicina, o efeito Doppler é utilizado nos exames de eco cardiograma para medir a direção e a velocidade do fluxo sanguíneo ou do tecido cardíaco.

Esta atividade envolve...	Atividade 1: Trecho do filme Star Wars
<ul style="list-style-type: none"> - Conceito de acústica. - Definição da equação da velocidade de propagação de onda. - Efeito Doppler. 	<p>http://www.fisica.seed.pr.gov.br/modules/video/showVideo.php?video=17876</p> <p>O trecho mostra uma batalha espacial onde tiros sonorizados de lasers e explosões tomam conta do cenário. Com base nas cenas do filme, é possível que o som se propague no espaço como é retratado no filme?</p>
Conhecimentos prévios”	Atividade 2: Atividade experimental do efeito Doppler na quadra de esportes da escola
<ul style="list-style-type: none"> Ondas sonoras Propagação de Ondas Frequência Período 	<p>Passo 1: Os alunos serão levados para a quadra de esportes e serão divididos em quatro grupos. Cada grupo fará o seguinte experimentos:</p> <p>1° experimento – Fonte sonora e o observador em repouso Um grupo de alunos observará e fará anotações, enquanto um deles irá soar o apito. Nesse primeiro momento todos estarão em repouso em relação ao apito, e responderão se houve o fenômeno do efeito Doppler.</p> <p>2° experimento – Fonte sonora em movimento e observador em repouso Um grupo de alunos observará e fará anotações, enquanto um aluno irá caminhar na quadra soando o apito. O grupo ficará parado no mesmo lugar, e responderão se houve o fenômeno do efeito Doppler.</p> <p>3° experimento: Fonte sonora e observador em movimento e no mesmo sentido O aluno com apito irá caminhar na quadra acompanhado do grupo no mesmo sentido, e observarão se ocorrerá o efeito Doppler.</p> <p>4° experimento: Fonte sonora e observado em movimento e em sentidos contrários Um grupo de alunos irão caminhar no sentido contrário do aluno que estará soando o apito, e registrarão se houve o efeito Doppler.</p>
Materiais	Passo 2: Ao final haverá uma discussão dos resultados, onde cada grupo fará um relatório do que foi observado.
<ul style="list-style-type: none"> Datashow; Computador ou notebook. Apito. 	



Dicas.

- ... **acústica:** a onda sonora é chamada de onda material ou ainda de onda mecânica, pois necessitam de um meio material para se propagar.
- ... **ondas sonoras:** o som não pode se propagar no vácuo, sendo este, portanto, o melhor isolante acústico.
- ... **efeito Doppler:** mudança de frequência percebida por um observador emitida por uma fonte sonora.
- ... **intensidade sonora:** qualidade que permite diferenciar um som forte de um som fraco, depende da energia em que a onda transfere.

Pesquise em diferentes fontes, como livros, revistas, jornais e internet, com o objetivo de responder a questões apresentadas nesta terceira atividade. Em caso de dúvidas durante a realização dessa atividade, registre-as para discutir com seu professor. Preparem-se também para apresentar esses resultados para seus colegas de classe. Não esqueça de sempre de citar as fontes pesquisadas.

Teste seus conhecimentos...

1 – Por que se escuta um estrondo sonoro quando um avião supersônico ultrapassa a barreira do som?

2 – Por que no vácuo, não existe propagação do som?

3 – Qual a relação da energia de uma onda com sua amplitude?

4 – Qual o efeito no som quando um carro se aproxima em alta velocidade e depois se afasta em relação a um ponto em que nos encontramos?

5 – O que caracteriza o som agudo para o grave?

6 – Quais são os meios que a onda mecânica utiliza para se propagar?

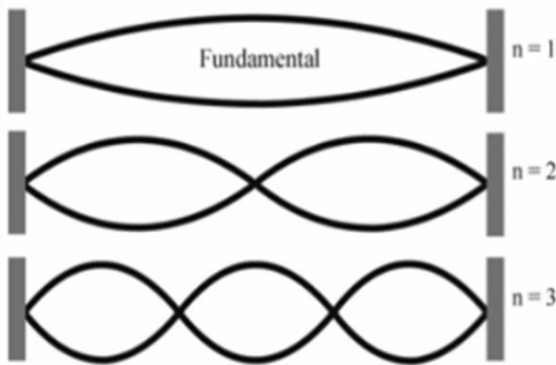
7 – Dê exemplos de ondas sonoras se propagando no ambiente.

8 – O que é um som de grande intensidade?

4

Atividade experimental

Ondas estacionárias em cordas vibrantes: ressonância



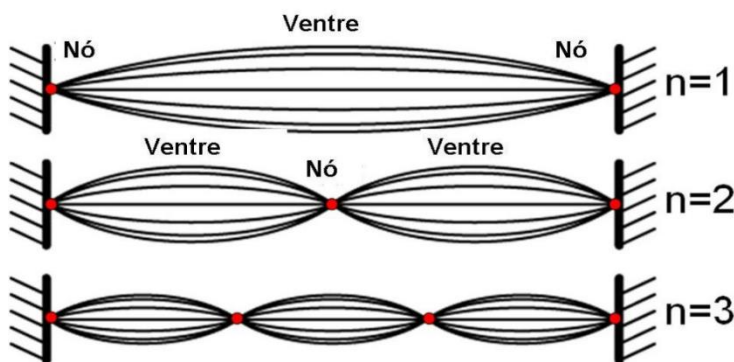
Ondas estacionárias em corda fixa

http://macao.communications.museum/por/Exhibition/secondfloor/moreinfo/2_11_0_StandingWave.html

Onda é uma palavra intimamente ligada a movimento, tanto em Física como na linguagem cotidiana. E *estacionário* significa algo imóvel, parado, sem movimento. Assim, **onda estacionária** soa tão estranho como “movimento parado”. Na verdade, onda estacionária é apenas um nome composto, baseado na expressão reduzida de algo como “fenômeno ou configuração estacionária gerada por ondas em propagação simultânea no mesmo meio”. **Ondas estacionárias são ondas que permanecem em uma posição constante em um intervalo de tempo arbitrário.** Quando essas ondas se superpõem, há a formação de interferência. Quando duas ondas periódicas de frequências,

comprimentos de onda e amplitude iguais, propagando-se em sentidos contrários, superpõem-se em um dado meio, vemos se formar uma figura de interferência chamada de onda estacionária (figura acima). Na verdade, trata-se de um padrão de interferência.

Ondas estacionárias em cordas presas nas duas extremidades são geradas de duas maneiras. A primeira, por meio de ação externa isolada (em geral, toque, batida ou fricção); nesse caso, a corda passa a vibrar nas várias frequências dos seus modos de vibração, as quais se sobrepõem. A segunda, por meio da ação excitadora de uma fonte oscilante externa, ou seja, por **ressonância**. Para entender como esse processo pode ocorrer, observe a figura abaixo:



http://macao.communications.museum/por/Exhibition/secondfloor/moreinfo/2_11_0_StandingWave.html

No caso das cordas vibrantes, a ressonância ocorre quando a frequência da fonte emissora é igual ou múltipla inteira da frequência de cada **modo de vibração** da corda, o qual é dada pela expressão matemática:

$$f_n = \frac{n}{2l} \cdot v_n$$

A figura ao lado, representa os primeiros possíveis modos de vibração de uma corda de comprimento l , cuja onda tem velocidade de

propagação $v = \lambda \cdot f$. O primeiro modo de vibração (o mais simples) é chamado de 1º harmônico ou som fundamental; o segundo, 2º harmônico, e assim por diante. Como a velocidade na corda depende da tração na corda, usamos a seguinte expressão:

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

Assim, quando o módulo da força exercida pelo agente externo é F_1 , a frequência da fonte coincide com a frequência do primeiro modo de vibração dessa corda, dando origem à primeira ressonância em que a corda vibra no modo correspondente a $n = 1$; quando a força exercida tem módulo F_2 , ocorre a segunda ressonância com o segundo modo de vibração $n = 2$, e assim por diante. De modo que quanto maior o número de ventres, menor a amplitude de cada um deles.

Esta atividade envolve...

Conceito de onda.

Produzir ondas estacionárias em um barbante.

Compreender a propagação das ondas sonoras em meios materiais.

Determinar a velocidade de uma onda em um barbante e sua densidade.

Conhecimentos prévios

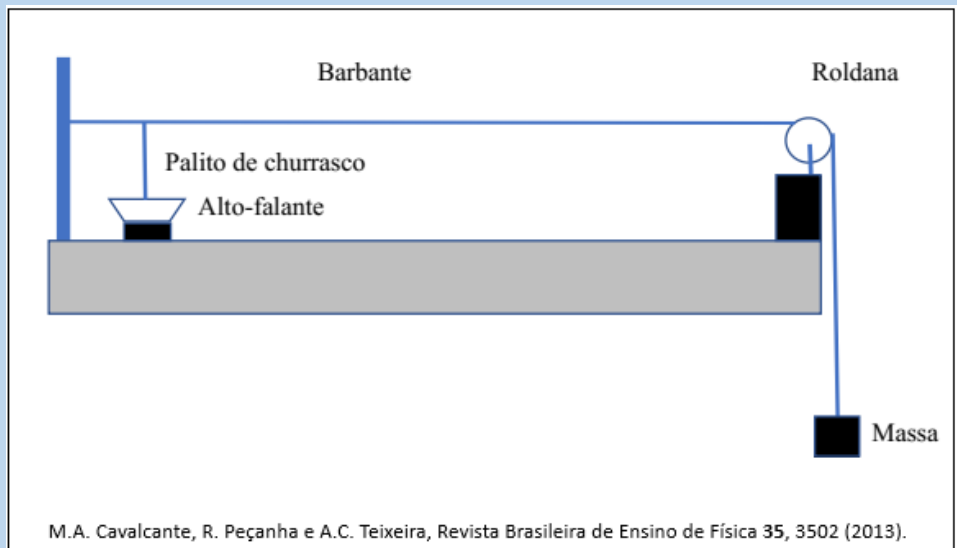
Classificação de ondas quanto às características físicas.

Grandezas associadas ao movimento ondulatório.

Materiais

- Celular com aplicativo para gerar frequência sonora.
- Barbantes, fio de nylon, roldana e suportes.
- Caixa de som.
- Palito de churrasquinho.
- Pequenos objetos com massa conhecida para tracionar a corda.

ATIVIDADE EXPERIMENTAL



M.A. Cavalcante, R. Peçanha e A.C. Teixeira, Revista Brasileira de Ensino de Física 35, 3502 (2013).

Procedimentos

- Utilizando a montagem da figura acima, vamos usar os objetos com massas conhecidas na extremidade do barbante.
- Utilizando o aplicativo no celular, vamos encontrar a frequência onde se formará os ventres no barbante. O mesmo processo será repetido em todos os objetos com massas diferentes.
- Depois utilizaremos uma tabela, onde será incluído a frequência e o número de ventre formados.
- Com os dados obtidos, utilizaremos as seguintes expressões matemáticas:

$$\mu = \frac{m}{\ell}, \quad f_n = \frac{n}{2l} \cdot v_n \quad \text{e} \quad v = \sqrt{\frac{T}{\mu}},$$

para determinarmos a densidade, a velocidade e a tração no barbante.



Dicas...

- Como podemos determinar a densidade de um material?
- O que é amplitude em uma onda estacionária?
- Utilizar o conceito de comprimento de onda, para verificar a velocidade, a frequência utilizada e o número de ventres formados no experimento.

<https://proddigital.com.br/wp-content/uploads/Sempre-quis-ser-detetive-9-jogos-para-voc%C3%AAs-se-sentir-um.jpg>

Teste seus conhecimentos...

1 – Utilizando o experimento, verifique o tamanho do barbante utilizado e sua massa, depois utilizando a equação da densidade, determine a densidade do barbante.

2 – Com os dados obtidos do experimento, como a frequência e o número de ventres, calcule a velocidade da onda no barbante.

3 – Se aumentarmos densidade da corda, o que acontecerá com a velocidade e a frequência?

4 – Por que os instrumentos musicais que utilizam cordas, tem densidades e diâmetros diferentes?

5 – Uma cena comum em filmes de ficção científica é a passagem de uma nave espacial em alta velocidade, no espaço, fazendo manobras com a ajuda de foguetes laterais, tudo isso acompanhado de um forte ruído, também naves sendo alvos de lasers e explodindo acompanhado com um grande estrondo. Explique se essas cenas são possíveis de acontecer.

6 – Um brinquedo muito divertido é o telefone de latas. Ele é feito com duas latas abertas e um barbante, que tem suas extremidades presas às bases das latas. Assim como no caso do telefone comum, também existe um comprimento de onda máximo em que o telefone de latas transmite bem a onda sonora.

Sabendo que o barbante tem um comprimento de 80 cm e que a velocidade do som no ar é igual a 340 m/s, qual a frequência mínima das ondas sonoras que são transmitidas no barbante?

Pesquise em diferentes fontes, como livros, revistas, jornais e internet, com o objetivo de responder a questões apresentadas nesta quarta atividade. Em caso de dúvidas durante a realização dessa atividade, registre-as para discutir com seu professor. Preparem-se também para apresentar esses resultados para seus colegas de classe. Não esqueça de sempre de citar as fontes pesquisadas.

Referências:

BRASIL. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+). Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias.** Brasília: MEC, 2006.

DOESCHER, Andréa Marques Leão. **Ondas: Mecânicas ou Eletromagnéticas?** Disponível em:
< <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=28378>> Acesso em: 12 de junho de 2018.

FILHO, Arnaldo Brasílio. **Ondas Sonoras.** Disponível em:
<<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=591>> Acesso em: 11 de junho de 2018.

GASPAR, Alberto. **Compreendendo a Física: Ondas, Óptica e Termodinâmica – vol. 2 – 3ª ed. – São Paulo: Ática, 2017.**

GOMES, José Marcelo. **Ondas – Grandezas associadas ao movimento ondulatório.** Disponível em:
< <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=19525>> Acesso em: 11 de junho de 2018.

GOMES, José Marcelo. **Ondas – Reflexão de ondas em cordas tensas.** Disponível em:
< <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=21206> > Acesso em: 11 de junho de 2018.

GOMES, José Marcelo. **Ondas – Refração de ondas em cordas tensas.** Disponível em:
<<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=21210>> Acesso em: 11 de junho de 2018.

GOMES, José Marcelo. **Acústica – Cordas sonoras – Modos de vibração.** Disponível em:
< <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=22280> > Acesso em: 12 de junho de 2018.

GOMES, José Marcelo. **Acústica – Cordas sonoras – frequências naturais de vibração em função de suas características físicas.** Disponível em:
<<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=22291>> Acesso em: 12 de junho de 2018.

GUEDES, Anderson Guimarães. **Estudo de ondas estacionárias em uma corda com a utilização de um aplicativo gratuito para smartphones.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 37, n. 2, 2502 (2015).

GUIMARÃES, Osvaldo; PIQUEIRA, José Roberto; CARRON, Wilson. **Física: Física térmica, Ondas e Óptica. – vol. 2 – 2ª ed. – São Paulo: Ática, 2017.**

KAZUHITO & FUKE. **Física para o ensino médio: Termologia, Óptica e Ondulatória – vol. 24ª ed. – São Paulo: Saraiva, 2017.**

M.A. Cavalcante, R. Peçanha e A.C. Teixeira, **Revista Brasileira de Ensino de Física 35**, 3502 (2013).

MARTINI, Glorinha; SPINELLI, Walter, REIS, Hugo Carneiro; SANT'ANNA, Blaidi. **Conexões com a Física: Estudo do calor, Óptica Geométrica e Fenômenos Ondulatórios** – vol. 2 – 3ª ed. – São Paulo: Moderna, 2016.

SILVA, Domiciano Correa Marques da; "**Ondas Estacionárias**"; **Brasil Escola**. Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/ondas-estacionarias.htm>>. Acesso em 10 de julho de 2018.

Apêndice 1 – Questionário Inicial

1 – Com relação ao ensino de Física, você consegue compreender o conteúdo em sala de aula?

- a) Sim. b) Não c) Razoavelmente.

2 – Sobre as aulas de Física em sala de aula, você considera um ensino:

- a) Chato. b) Tradicional. c) Dinâmico. d) Depende do professor.

e) Outro: _____

3 - Nos grandes filmes de ficção científica, como STAR WARS, GUARDIÕES DAS GALÁXIAS, JORNADAS NAS ESTRELAS, entre outros, observamos cenas de guerras espaciais. Essas cenas apresentam explosões com sons impressionantes, como também efeitos visuais incríveis com todas essas cenas acontecendo no espaço. De acordo com as leis da Física para ondas sonoras, é possível acontecer essas cenas de explosões com sons impressionantes?

- a) Sim;
b) Não;
c) Talvez;
d) Não sei a resposta.

4 – O que as ondas podem transportar na sua propagação?

- 1 Matéria.
2 Partículas.
3 Energia.
4 Não sei a resposta.

5 – A velocidade do som pode variar dependendo do meio onde se propaga, como nos líquidos, sólidos e gasosos. Comparando a velocidade que se propaga no ar e na água, a velocidade é:

- a) Maior no ar.
b) Maior na água.
c) A velocidade é igual.
d) Não pode ser determinada.

6 – Uma das características do som é o som agudo. O som mais agudo é um som de:

- a) maior intensidade.
b) menor intensidade.
c) maior frequência.
d) menor frequência.
e) Não sei a resposta.

7 - A outra característica do som, é o som grave. O som grave é um som de:

- a) maior intensidade.
b) menor intensidade.
c) maior frequência.
d) menor frequência.
e) Não sei a resposta.

8 – No seu ponto de vista, o que acontece com a onda sonora quando você aumenta o volume do rádio?

9 – Se você quiser ouvir o som de um rádio a uma grande distância, por que se deve aumentar o volume?

10 – No seu dia-a-dia, você observa algum tipo onda? Se a resposta for positiva, dê exemplos.

Apêndice 2 – Questionário final

Bloco I - Teoria

1 - Nos grandes filmes de ficção científica, como STAR WARS, GUARDIÕES DAS GALÁXIAS, JORNADAS NAS ESTRELAS, entre outros, observamos cenas de guerras espaciais. Essas cenas apresentam explosões com sons impressionantes, como também efeitos visuais incríveis com todas essas cenas acontecendo no espaço. De acordo com as leis da Física para ondas sonoras, é possível acontecer essas cenas de explosões com sons impressionantes?

- e) Sim;
- f) Não;
- g) Talvez;
- h) Não sei a resposta.

2 – O que as ondas podem transportar na sua propagação?

- a) Matéria.
- b) Partículas.
- c) Energia.
- d) Não sei a resposta.

3 – A velocidade do som pode variar dependendo do meio onde se propaga, como nos líquidos, sólidos e gasosos. Comparando a velocidade que se propaga no ar e na água, a velocidade é:

- e) Maior no ar.
- f) Maior na água.
- g) A velocidade é igual.
- h) Não pode ser determinada.

4 – Uma das características do som é o som agudo. O som mais agudo é um som de:

- a) maior intensidade.
- b) menor intensidade.
- c) maior frequência.
- d) menor frequência.
- e) Não sei a resposta.

5 - A outra característica do som, é o som grave. O som grave é um som de:

- a) maior intensidade.
- b) menor intensidade.
- c) maior frequência.
- d) menor frequência.
- e) Não sei a resposta.

6 – No seu ponto de vista, o que acontece com a onda sonora quando você aumenta o volume do rádio?

7 – Se você quiser ouvir o som de um rádio a uma grande distância, por que se deve aumentar o volume?

8 – No seu dia-a-dia, você observa algum tipo onda? Se a resposta for positiva, dê exemplos.

9 – Em relação à natureza das ondas, como são classificadas as ondas e qual a diferença entre elas?

10 – Como podemos classificar as ondas quanto à sua propagação?

Bloco II - Opiniário

11 – Com respeito a metodologia aplicada com o **guia didático** em sala de aula, você conseguiu compreender o conteúdo de ondas sonoras?

- a) Sim.
- b) Não.
- c) Razoavelmente.

12 – Sobre o ensino de ondas sonoras com o **guia didático**, você considerou:

- a) Muito bom.
- b) Bom.
- c) Normal.
- d) Ruim.
- e) Péssimo.

13 – O uso da música facilitou sua compreensão do conteúdo?

- a) Sim.
- b) Não.
- c) Razoavelmente.

14 – O uso dos experimentos em sala de aula, facilitou sua compreensão do conteúdo de ondas sonoras?

- a) Sim.
- b) Não.
- c) Razoavelmente.

15 – Você gostaria que essa metodologia fosse aplicada em outros conteúdos de Física?

- a) Sim.
- b) Não.
- c) Às vezes.

16 – Descreva como você considerou as aulas de Física sobre ondas sonoras com a aplicação do **guia didático**.

17 – Que sugestões você pode fornecer sobre as atividades aplicadas?
