

Ondas Sonoras – formação, tipo de onda e velocidade.



Você já se imaginou sem escutar música? Já parou para pensar em como o som é produzido? Como diferenciamos tantos sons?



Quais seriam as diferenças entre um som agradável e um ruído incômodo? E como isso teria relação com a Física?



Qual seria a velocidade do som? Ela seria constante em todas as situações? Comparando com outras velocidades ela seria grande ou pequena?

Fontes (De cima para baixo):

Imagem 1: <http://buzzerg.com/42009-girl-headphones-id-26553.htm>. Acessado dia 20/07/2015.

Imagem 2: <http://media1.santabanta.com/full1/Miscellaneous/Musical%20Instruments/musical-instruments-22a.jpg> Acessado dia 20/07/2015.

Imagem 3: http://i.telegraph.co.uk/multimedia/archive/01410/hornet_1410652c.jpg Acessado dia 20/07/2015.

Todos os questionamentos da página anterior remetem a um único tema: a Acústica. A acústica é uma área da ondulatória que estuda as ondas mais importantes para os seres humanos, o som. Remonte o seu dia, em quais momentos dele não estiveram presentes algum tipo de comunicação sonora, algum tipo de música, algum som agradável ou irritante. A partir disso podemos perceber a importância do som nas nossas vidas, e como é quase impossível viver sem ele.

Iniciando a Discussão

Materiais:

Objetos que estão na mesa. Escolha pelo menos cinco diferentes.

Procedimentos:

Deixe os objetos cair de certa altura até o chão, depois analise as perguntas a seguir.

1 – Quais foram os sons produzidos pelos objetos? Ou seja, como foi o som por eles produzido?

2 – Todos os objetos produziram som? Se não, quais não produziram?

3 – Pense em uma hipótese de como os objetos produzem som. Não se preocupe com o rigor da resposta, discuta com os colegas e deixe a imaginação agir.

Formação das ondas

As ondas sonoras podem ser definidas como uma perturbação que se propaga em um meio (gasoso, líquido ou sólido) de forma longitudinal e tridimensional, constituída de um volume de rarefação e um volume de compressão.

Porém, antes de adentrar no mundo do som, é bom lembrar-se de alguns conceitos do universo das ondas.

O primeiro conceito importante é a definição de onda mecânica, sendo que onda mecânica é uma perturbação que se move por um meio no, qual a onda se propaga. À medida que a onda se propaga através do meio, as partículas do meio sofrem movimentações de diversas espécies, dependendo da natureza da onda. Outra propriedade muito importante das ondas, não somente as ondas sonoras, é que as ondas só transmitem energia e não transmitem movimento.

Para exemplificar melhor faça um experimento mental. Pense na superfície calma de um lago e numa folha sobre essa superfície, em determinado momento se atira uma pedra sobre a superfície do lago e esta começa a produzir ondas. É possível perceber que a folha que se encontra na superfície somente se move para cima e para baixo, mas não se movimenta se afastando do local onde a pedra foi atirada. Isso representa que a folha não se movimenta em relação à margem do lago, pois ela retorna sempre ao mesmo ponto, enquanto a onda passa por ela e segue em direção à margem do lago.

Nesse caso o deslocamento da onda é transversal, pois a oscilação da folha, o “sobe-desce”, é perpendicular ao deslocamento da onda que no caso vai para frente.

O som possui propagação longitudinal, ou seja, a oscilação do ponto ocorre no mesmo sentido do deslocamento da onda. Um exemplo disso está quando se estica uma mola e gera uma perturbação no seu início, é possível perceber que o pulso que se propaga na mola tem o mesmo sentido de deslocamento que a vibração dos elementos da corda.

Na figura a seguir temos a comparação entre os dois tipos de propagação de onda, indicando os comprimentos e forma de onda. É importante ressaltar que todas as ondas longitudinais aparecem área de compressão e rarefação, pois se o meio é elástico enquanto uma parte se comprime a outra obrigatoriamente se expande, como no caso da figura.

As ondas sonoras são sempre longitudinais, devido elas produzirem uma perturbação no ar, elas impulsionam o ar criando regiões de pressão e rarefação, produzindo assim as ondas sonoras.



Fonte: http://www.explicatorium.com/CFQ8/images/propagacao_do_som.jpg Acessado dia 20/07/2015.

Na imagem acima se pode observar a produção sonora em um instrumento musical, nesse caso a flauta transversal. Quando a garota assopra na embocadura da flauta, esta faz o ar vibra de maneira a criar as áreas de compressão e rarefação citadas anteriormente. A flauta é chamada de fonte sonora, devido a ser a região de produção do som, enquanto o garoto que a escuta é o receptor das ondas, para esse caso.

*Não esquecer!
As ondas sonoras são ondas mecânicas. Somente se propagam em meios materiais (sólidos, líquidos e gasosos).*

A Velocidade do Som

Em dias de tempestade é comum nos depararmos com um fato bastante interessante, quando observado um trovão, é possível enxergar sua luz muito tempo antes de escutar o estrondo característico. Isso acontece devido à velocidade do som ser inferior à velocidade da luz. Sendo:

Velocidade da Luz: 300.000 Km/s
Velocidade do som: 340 m/s

*Curiosidade:
É devido a essa velocidade que popularmente se diz que a cada 3 segundos o raio está a 1 km do ouvinte.
 $340 \text{ m/s} \times 3 \text{ s} = 1020 \text{ m} (1,02 \text{ km})$*

A Velocidade do Som^a

Meio	Velocidade (m/s)
<i>Gases</i>	
Ar (0°C)	331
Ar (20°C)	343
Hélio	965
Hidrogênio	1284
<i>Líquidos</i>	
Água (0°C)	1402
Água (20°C)	1482
Água salgada ^b	1522
<i>Sólidos</i>	
Aço	5941
Alumínio	6420
Granito	6000

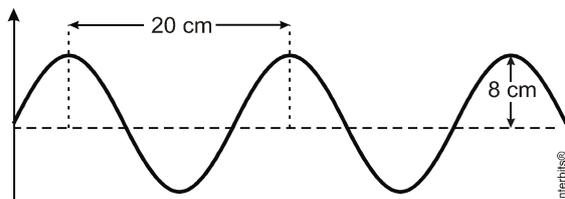
^aA 0°C e 1 atm de pressão, a menos que haja uma indicação em contrário.

^bA 20°C e com 3,5% de salinidade.

A velocidade do som é muito rápida, porém é bastante ínfima se comparada a da luz. Entretanto a velocidade do som se altera conforme o meio de propagação: sólido líquido ou gasoso. Observe a tabela:

*Bate- Volta
Por que quando inalamos gás hélio a voz fica mais estridente?
Como o som viaja mais rápido no hélio que no ar, a frequência da voz aumenta. O efeito macroscópico dessa mudança é a voz estridente.*

1. (G1 - IFPE 2012) A figura a seguir representa um trecho de uma onda que se propaga com uma velocidade de 320 m/s. A amplitude e a frequência dessa onda são, respectivamente:



- a) 20 cm e 8,0 kHz
- b) 20 cm e 1,6 kHz
- c) 8 cm e 4,0 kHz
- d) 8 cm e 1,6 kHz
- e) 4 cm e 4,0 kHz

2. (G1 - IFSC 2012) *Em dias de tempestade, podemos observar no céu vários relâmpagos seguidos de trovões. Em algumas situações, estes chegam a proporcionar um espetáculo à parte. É **CORRETO** afirmar que vemos primeiro o relâmpago e só depois escutamos o seu trovão porque:*



Fonte: http://sjm.no.sapo.pt/as_tempestades_e_tornados.htm Acesso: 21 set. 2011

- a) o som se propaga mais rápido que a luz.
- b) a luz se propaga mais rápido que o som.
- c) a luz é uma onda mecânica.
- d) o som é uma onda eletromagnética.
- e) a velocidade do som depende da posição do observador.

3. (UEL 2009) Os morcegos, mesmo no escuro, podem voar sem colidir com os objetos a sua frente. Isso porque esses animais têm a capacidade de emitir ondas sonoras com frequências elevadas, da ordem de 120.000 Hz, usando o eco para se guiar e caçar. Por exemplo, a onda sonora emitida por um morcego, após ser refletida por um inseto, volta para ele, possibilitando-lhe a localização do mesmo.

Sobre a propagação de ondas sonoras, pode-se afirmar que:

- a) O som é uma onda mecânica do tipo transversal que necessita de um meio material para se propagar.
- b) O som também pode se propagar no vácuo, da mesma forma que as ondas eletromagnéticas.
- c) A velocidade de propagação do som nos materiais sólidos em geral é menor do que a velocidade de propagação do som nos gases.
- d) A velocidade de propagação do som nos gases independe da temperatura destes.
- e) O som é uma onda mecânica do tipo longitudinal que necessita de um meio material para se propagar.

4. (Enem PPL 2013) Visando reduzir a poluição sonora de uma cidade, a Câmara de Vereadores aprovou uma lei que impõe o limite máximo de 40 dB (decibéis) para o nível sonoro permitido após as 22 horas.

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

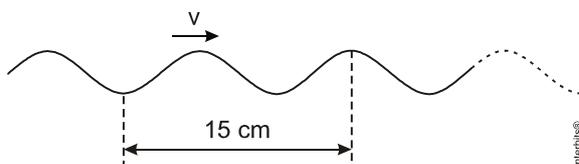
- a) A altura da onda sonora.
- b) A amplitude da onda sonora.
- c) A frequência da onda sonora.
- d) A velocidade da onda sonora.
- e) O timbre da onda sonora.

5. (UNICAMP 2014) A tecnologia de telefonia celular 4G passou a ser utilizada no Brasil em 2013, como parte da iniciativa de melhoria geral dos serviços no Brasil, em preparação para a Copa do Mundo de 2014. Algumas operadoras inauguraram serviços com ondas eletromagnéticas na frequência de 40 MHz. Sendo a velocidade da luz no vácuo $c = 3,0 \times 10^8$ m/s, o comprimento de onda dessas ondas eletromagnéticas é

- a) 1,2 m.
- b) 7,5 m.
- c) 5,0 m.
- d) 12,0 m.

6. (UERJ 2013) Vulcões submarinos são fontes de ondas acústicas que se propagam no mar com frequências baixas, da ordem de 7,0 Hz, e comprimentos de onda da ordem de 220 m. Utilizando esses valores, calcule a velocidade de propagação dessas ondas.

7. (UFPE 2012) Na figura abaixo, mostra-se uma onda mecânica se propagando em um elástico submetido a um certa tensão, na horizontal. A frequência da onda é $f = 740$ Hz. Calcule a velocidade de propagação da onda, em m/s.



8. (UFRJ 2011) 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. Para utilizá-lo, é necessário que uma pessoa fale na “boca” de uma das latas e uma outra pessoa ponha seu ouvido na “boca” da outra lata, mantendo os fios esticados.

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 para um certo telefone de latas o comprimento de onda máximo é 50 cm e que a velocidade do som no ar é igual a 340 m/s, calcule a frequência mínima das ondas sonoras que são bem transmitidas pelo telefone.

Qualidades do som – intensidade, altura, timbre.



Quais seriam as diferenças entre um som agradável e um ruído incômodo? E como isso teria relação com a Física?



Por que instrumentos diferentes produzem sons tão distintos?



Qual o prejuízo que o som pode fazer se ouvido em intensidades elevadas?

Fontes (De cima para baixo):

Imagem 1: <http://media1.santabanta.com/full1/Miscellaneous/Musical%20Instruments/musical-instruments-22a.jpg>. Acessado dia 23/07/2015.

Imagem 2: <http://s1.1zoom.net/big3/438/374792-blackangel.jpg>. Acessado dia 23/07/2015.

Imagem 3: http://www.cmbh.mg.gov.br/sites/default/files/imagecache/LightBox/imagens/destaques/foto_som.png. Acessado dia 23/07/2015.

A música é algo presente em nossas vidas quer queiramos ou não. Ela pode estar presente na forma de rádio, música nos celulares, tablets, smartphone e televisões; a música ainda está presente na forma de propaganda, marketing e até na memorização. Algumas dessas músicas são agradáveis e outras, nem tanto; algumas escutamos diversas vezes e outras não queremos mais ouvir; e a pergunta que paira é: o que determina um som ser agradável ou não? E até que ponto escutá-lo não faz mal?

Iniciando a Discussão

Materiais.

- Instrumento de corda
- Instrumento de sopro
- Instrumento de percussão.

Procedimento.

Toque os três instrumentos, primeiramente tocando uma sequência de notas e depois tocando os instrumentos aleatoriamente. Depois analise as perguntas a seguir.

1- Quais foram os tipos de sons produzidos pela sequência de notas. Qual a diferença entre os sons de cada instrumento?

2- E o som produzido pelas notas foi diferente? De qual forma?

3- Qual dos sons foi mais agradável? Invente uma hipótese do porque um som é mais agradável que outro.

Qualidades Fisiológicas do Som

O som possui todas as qualidades e características que os outros tipos de onda possuem, entretanto, por ser uma onda muito importante, ele possui algumas características a mais devido suas aplicações. Essas características são: altura, timbre e intensidade.

Altura

A altura é a característica fisiológica do som que define se um som é grave ou não. Quanto maior a sua frequência, mais agudo é o som produzido; quanto menor sua frequência mais grave é o som produzido. É usual da cultura popular dizer que a voz masculina é mais grave que a feminina, esse conhecimento é verdadeiro pois em geral a voz das mulheres giram em torno de 300 a 400 Hz enquanto os homens possuem entre 100 e 200 Hz.

Na música o conceito de altura é muito usado, porém adquire nomes diferentes. O quociente entre duas alturas é denominado **intervalo**.

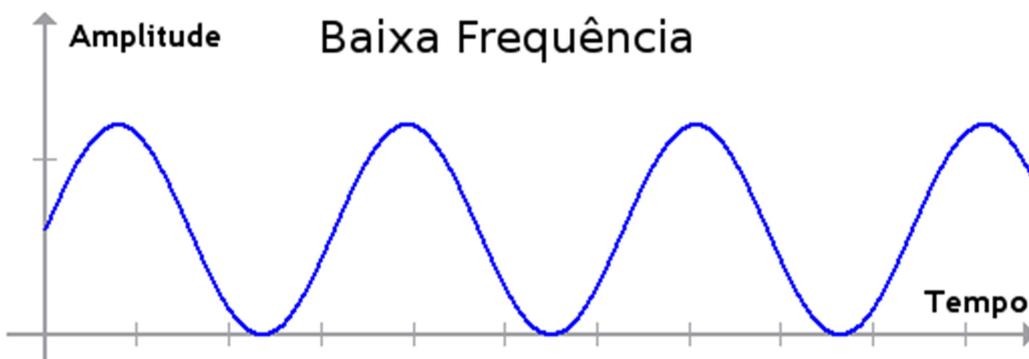
$$i = \frac{f_1}{f_2}$$

O intervalo é muito importante para a compreensão da escala musical pois é esse intervalo que define as oitavas. Quando o intervalo é igual a 2, significa que a frequência da nota f_1 é duas vezes maior que a frequência f_2 determinando que o som de f_1 é uma **oitava** maior que f_2 . Quando o intervalo é de $i = \frac{9}{8}$ temos um tom maior, quando o intervalo é de $i = \frac{10}{9}$ obtêm-se um tom menor e sendo $i = \frac{15}{16}$ é um semitom.

A característica da altura sonora é muitas vezes confundida, nos meios sociais, com a intensidade sonora. Um erro bastante comum veiculado por vários meios de comunicação e muito difundido na cultura popular. A diferença entre elas é que a intensidade sonora é dada pela amplitude da onda, enquanto a altura é dada pela frequência, ou pelo comprimento de onda quando a velocidade da mesma é constante.

A figura a seguir exemplifica essa diferença, mostrando duas ondas de mesma amplitude, ou seja, mesma intensidade e de diferentes comprimentos de onda, portanto diferentes frequências, supondo que as velocidades de propagação sejam as mesmas.

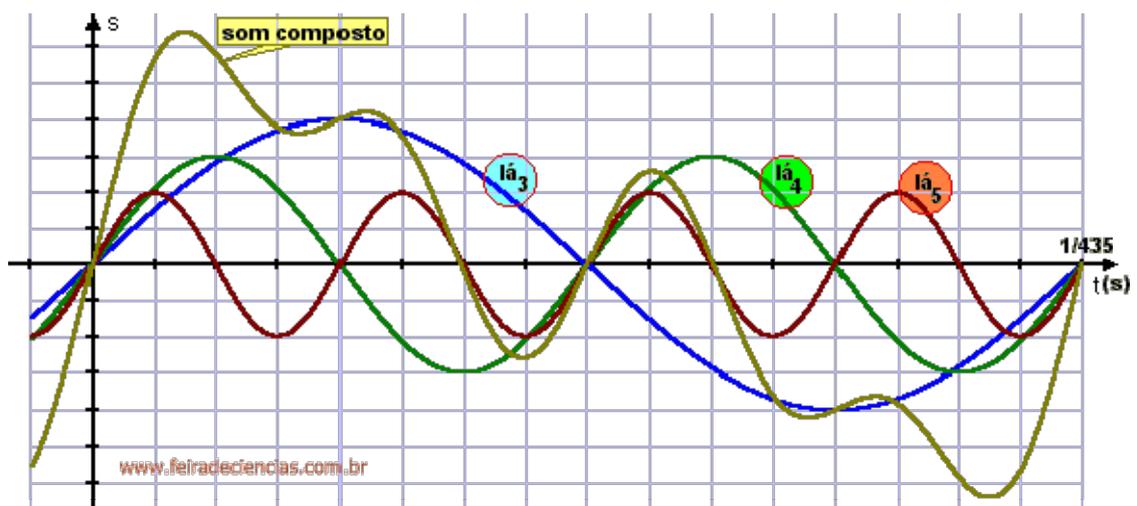
Lembre-se!
Não confunda altura
com intensidade.



Fonte: <http://beatrizsousa99.blogspot.com.br/2013/03/o-que-sao-ondas-ah-espera-isso-eu-sei.html>. Acesso em 19/11/16

Timbre

O timbre é a característica harmônica de um som, ou seja, é a composição das frequências de um som que produz um tom característico. Observe a figura.



Fonte: http://www.feiradeciencias.com.br/sala10/image10/10_T01_06.gif. Acessado dia 23/07/2015.

O som emitido por um instrumento musical é extremamente complexo, pois nele existe diversas frequências diferentes, umas múltiplas das outras. O som de menor frequência é chamado de som fundamental ou primeiro harmônico e as frequências múltiplas de som fundamental são chamados de 2º harmônico, 3º harmônico, etc. Dependendo do fator multiplicativo entre eles.

Nessa figura o som fundamental é a linha azul, pois é o de menor frequência, enquanto as linhas verde e vermelha são os harmônicos e a composição de todas essas frequências é a linha bege, que seria o som que nós escutamos. Essa composição de ondas que faz os instrumentos serem diferentes, sonoramente, entre si.

Quando esse som não possui frequências múltiplas, ou seja, ele é constituído basicamente de frequências aleatórias, esse som soa desagradável ao ouvido por isso é chamado de ruído.

Intensidade.

A intensidade sonora é a energia transportada pela onda sonora, é chamada ainda de sonoridade ou intensidade auditiva e é através dela que distinguimos sons fracos de fortes.

A intensidade física do som é o quociente entre a variação da energia que atravessa uma superfície pelo tempo e a área A:

$$I = \frac{\Delta E}{A \cdot \Delta t}$$

Sendo o quociente entre a variação de energia e o tempo definido como potência temos:

$$I = \frac{Pot}{A}$$

No Sistema Internacional de Unidades, a intensidade sonora é medida em W/m^2 (watts por metro quadrado). Sendo o limiar audível $10^{-12} W/m^2$ (menor intensidade que pode ser ouvida) e $1 W/m^2$ como limiar doloroso (intensidade sonora que passa a causar dor física sensível).

Através de estudos pode-se perceber que a sensação sonora não é sentida de maneira linear pelo nosso corpo, ou seja, se dobramos a intensidade sonora distingue-se um som mais forte, porém não duas vezes mais intenso.

Para sanar esse problema foi desenvolvida uma escala logarítmica para medir a intensidade física sonora. E essa escala é constituída através dessa equação:

$$\beta = \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$$

A unidade dessa escala é o bel, em homenagem a Graham Bell, inventor do telefone. Na prática se usa um submúltiplo, o decibel, que é 1/10 bel.

Segue abaixo algumas atividades e suas respectivas intensidades sonoras:

Níveis de Ruído em Decibels					
Conforto Acústico	Muito baixo	0 dB		Limiar do som	
		5 dB	Passarinho		
		10 dB	Cochicho		
		15 dB	Torneira		
		20 dB	Conversa		
	Baixo	25 dB	Relógio	Limite para o sono	
		30 dB	Biblioteca		
		35 dB	Enfermaria		
		40 dB			
	Moderado	45 dB			
50 dB		Aspirador de pó			
Moderado	55 dB	Bebê chorando	Irritação		
Moderado Alto	60 dB		Irritação aumenta consideravelmente		
Riscos de Danos à Saúde	Moderado Alto	65 dB	Cachorro latindo		
		70 dB			
		75 dB	Sala de aula		
		80 dB	Piano		
	Alto	85 dB	Telefone tocando	Tolerâncias diárias de exposição	8 h
		90 dB	Secador de cabelos		4 h
		95 dB	Moto		2 h
		100 dB	Cortador de grama		1 h
	Muito alto	105 dB	Caminhão		30 min
		110 dB	Pátio no intervalo das aulas		15 min
		115 dB	Banda tocando		7 min
		120 dB	Tiro		
		125 dB	Auto-falante		
		130 dB	Britadeira		
	135 dB	Avião			
	140 dB				

Fonte: <http://www.gentequeeduca.org.br/sites/default/files/importadas/img/geral/niveis-ruídos.jpg>.
Acessado dia 11/09/2015.

Percebe-se, através da tabela, que os riscos a saúde causados pelo som começam em ruídos que nós permanecemos durante muito tempo. Por isso é importante ter

consciência acerca do perigo que estamos submetidos quando perto de sons muito altos durante um tempo muito longo. Segue abaixo um texto do professor Fernando Pimentel Souza comentando sobre a poluição sonora.

A POLUIÇÃO SONORA ATACA TRAIÇOEIRAMENTE O CORPO

Fernando Pimentel Souza

Professor Titular - UFMG, especialista em Neurofisiologia,
Membro do Instituto de Pesquisa do Cérebro, UNESCO, Paris.

A poluição química do ar, da água e da terra deixa muitos traços visíveis de contaminação. Muitas doenças e mortes devido a alterações do meio podem ser identificadas por qualquer pessoa. Mas, a poluição sonora, mesmo em níveis exagerados, produz efeitos imediatos moderados. Seus efeitos mais graves vão se implantando com o tempo, como a surdez, que não tarda a se acompanhar às vezes de desesperadores desequilíbrios psíquicos e de doenças físicas degenerativas.

O mais traiçoeiro ocorre em níveis moderados de ruído, porque mansamente vão se instalando estresse, distúrbios físicos, mentais e psicológicos, insônia e problemas auditivos. Muitos sinais passam despercebidos do próprio paciente pela tolerância e aparente adaptação e são de difícil reversão. Muitas pessoas, perdidas no redemoinho das grandes cidades, não conseguem identificar o ruído como um dos principais agentes agressores, e, cada vez mais, menos se sentem e vão ficando desorientados por não saber localizar a causa de tal mal. Por isso nada se faz e vive-se sob o impacto de uma abusiva, portanto ruidosa mecanização e sonorização, de ambiente fechados e abertos. Não se avalia devidamente os efeitos somados pela poluição sonora por desconhecer os trabalhos científicos, por não encontrar no dia-a-dia provas suficientes de convencimento, por não poder captar a causa pelos próprios olhos, nesta era considerada de predomínio visual, e por ter-se tornado insensível ao dano na comunicação verbal. Está colocado o enigma da civilização moderna: ou se decifra ou se é devorado.

Se o ruído é excessivo, o corpo ativa o sistema nervoso, que o prepara contra o ataque de um inimigo invisível, sem pegadas, que invade todo o meio ambiente pelas menores frestas por onde passa o ar ou por toda ligação rígida à fonte ruidosa. O cérebro acelera-se e os músculos consomem-se sem motivo. Sintomas secundários aparecem: aumento de pressão arterial, paralisação do estômago e intestino, má irrigação da pele e até mesmo impotência sexual.

Na antiguidade, os gregos indignados puseram os barulhentos ferreiros para fora das cidades. Hoje, qualquer um tem seu aparelho portátil ou estrondoso som.

Pesquisa nos EUA mostrou que jovens em ruído médio inferior a 71 decibéis, entremeados com pulsos de 85 decibéis só a 3% do tempo, tiveram aumentos médios de 25% no colesterol e 68% numa das substâncias provocadoras de estresse: o cortisol. Mas já a partir de 55 decibéis acústicos a poluição sonora provoca estresse, segundo a Organização Mundial de Saúde. Pelo nível de ruído das nossas cidades e casas, a maioria dos habitantes deve estar sob estresse prolongado, surgindo ou agravando arterioscleroses, problemas de coração e de doenças infecciosas, fazendo inúteis dietas e acabando precocemente com suas vidas.

A ativação permanente do sistema nervoso simpático do morador da metrópole pode condicionar negativamente a sua atuação com as agressões. Muitas pessoas procuram se livrar dessa reação, por tornar-se desagradável, (por exemplo, duma palpitação), usando drogas (tranquilizantes ou cigarro) para bloqueá-la. A falta de irrigação muscular pode levar a gangrena nos membros. O corpo cai na pior contradição: atacado sem saber bem por que e como se defender, devido ao bloqueio das reações naturais do organismo. É um conflito, gerador de ansiedade, já que o nível de ruído em nosso ambiente urbano está quase sempre acima dos limites do equilíbrio, e abre caminho para estresses crônicos. Certas áreas do cérebro acabam perdendo a sensibilidade a neurotransmissores, rompendo o delicado mecanismo de controle hormonal. Esse processo aparece também no envelhecimento normal e ataca os mais jovens, que se tornam prematuramente velhos num ambiente estressante. Os efeitos no sono não são menos importantes pela sua nobre função.

Em São Paulo, a poluição sonora e o estresse auditivo são a terceira causa de maior incidência de doenças do trabalho, só atrás das devido a agrotóxicos e doenças articulares. Inúmeros trabalhadores vêm-se prejudicados no sono e às voltas com fadiga, redução de produtividade, aumento dos acidentes e de consultas médicas, falta ao trabalho e problemas de relacionamento social e familiar.

O ruído estressante libera substâncias excitantes no cérebro, tornando as pessoas sem motivação própria, incapazes de suportar o silêncio. Libera também substância anestésica, tipo ópio e heroína, que provoca prazer, abrindo campo para o uso de fortes drogas psicotrópicas. As pessoas tornam-se viciadas, dependentes do ruído, paradoxalmente caindo em depressão em ambiente com silêncio salutar, permanecem agitadas, incapazes de reflexão e meditação mais profunda.

Os países avançados, ao contrário, mantém o controle da poluição sonora para não prejudicar as atividades psicológicas, mental e física, e seus habitantes, beneficiados,

atingiram um nível mais refinado. Mesmo assim esse tipo de poluição subiu para a terceira prioridade ecológica para a próxima década, pela Organização Mundial de Saúde.

O Brasil não deveria permitir tantos danos da poluição sonora nos insuficientes esforços na educação e saúde. Alguma coisa deveria ser feita nas nossas cidades excessivamente barulhentas, hoje com quase 80% da população. As providências seriam: seguir a lei e melhorá-la, diminuir poluição das fontes ruidosas (veículos automotores, aparelhos industriais e eletrodomésticos etc), reordenar as cidades descentralizar e impedir crescimento excessivo, melhorar o uso do solo, urbanismo, arquitetura etc e até reeducar as pessoas a viver em comunidade, porque, a nação, se não é capaz de reparar os danos da poluição sonora, poderia pelo menos preveni-los.

Avaliação – Experiência-Texto

Primeiramente, faça o *download* do aplicativo “Decibímetro: Sound Meter” da Smart Tools® na *Google Play* ou “Decibímetro HD” da *WooStudio*® na *appstore*. Com esses aplicativos é possível medir a intensidade sonora emitida de determinadas regiões.

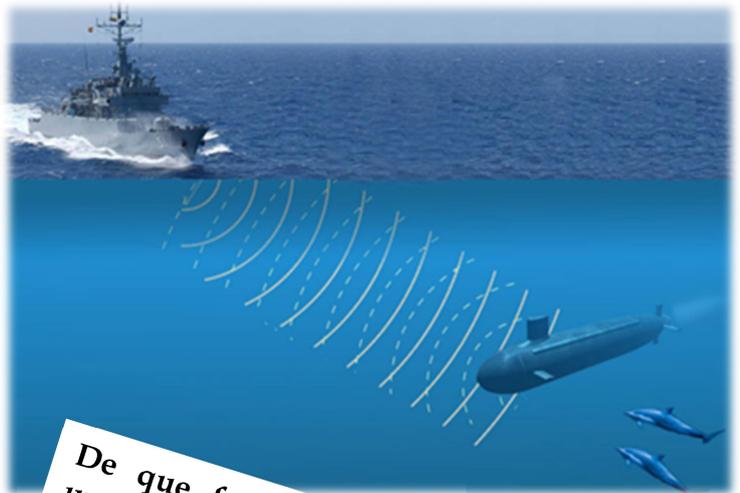
Escolha seis lugares diferentes do seu cotidiano: casa, escola, academia, igreja, ou qualquer ambiente que você entre em contato regularmente e meça a intensidade sonora que é registrada pelo decibímetro.

Após isso, construa uma tabela e escreva um pequeno texto relacionando o que foi estudado durante a aula, o artigo sobre poluição sonora e os valores que você mediu.

Fenômenos das Ondas Sonoras



Você já pensou sobre o eco?
Imagina porque ele acontece em
alguns lugares e em outros não?



De que forma funciona
um sonar? Como ele pode
ajudar na localização de
objetos submarinos?



Como os golfinhos se
utilizam de som para se
orientar na água?

Fontes (De cima para baixo):

Imagem 1: <http://www.suggestkeyword.com/c291bmQgZWNob2Vz/>. Acessado dia 11/09/2015.

Imagem 2: <http://2012oijswaves.weebly.com/sonar.html>. Acessado dia 11/09/2015.

Imagem 3: <http://noticias.r7.com/blogs/patas-ao-alto/india-proibe-show-cruel-de-golfinhos-em-cativeiro/2013/02/15/>. Acessado dia 11/09/2015.

Iniciando a Discussão

Junte com alguns colegas e reflitam sobre os questionamentos acima. Após isso discutam em grupo sobre o que vocês acreditam ser: reflexão sonora, reforço, reverberação, eco, refração sonora e difração. Anote abaixo as conclusões que você obteve.

Fenômenos sonoros

Reflexão sonora.

A reflexão sonora é um fenômeno sonoro no qual a onda do som é refletida por uma superfície qualquer, como uma parede, devolvendo o som ao ambiente. Esse fenômeno se subdivide em três tipos: o reforço, a reverberação e o eco. Esses três fenômenos dependem do tempo que o som demora para voltar aos nossos ouvidos, pois quando esse tempo é muito pequeno nosso cérebro não reconhece como sons diferentes. Sons com menos de 0,1 segundo de intervalo não são reconhecidos. Esse intervalo de tempo é chamado de persistência auditiva.

O reforço ocorre quando a distância da fonte emissora de som e o som refletido se diferenciam tão pouco, que o intervalo de tempo é desprezível. Dessa forma, somente escutamos um som mais forte.

A reverberação acontece quando o intervalo de tempo já não é desprezível, porém ainda é inferior a 0,1

Bate - Volta
Por isso que em salas pequenas aparenta-se que o som é mais intenso e em lugares abertos o som aparenta ser menos intenso.

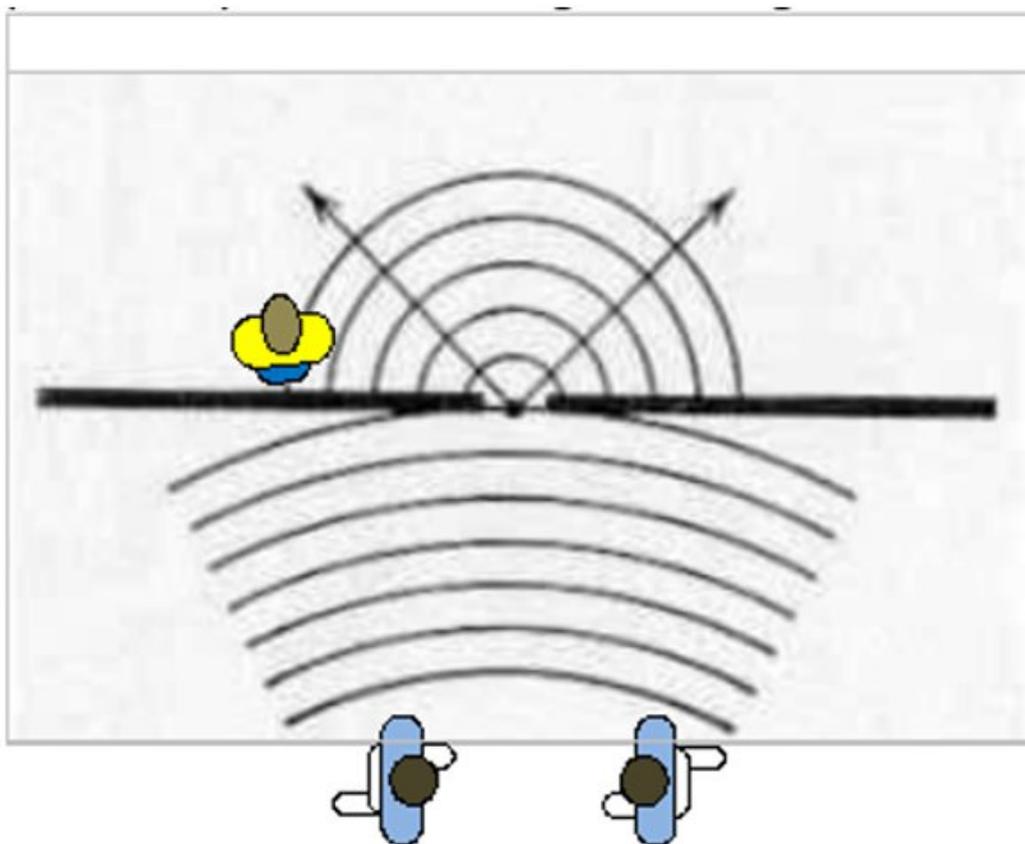
segundo. A sensação que ocorre é uma sensação de prolongamento do som recebido.

O eco é o resultado de um intervalo de tempo superior a 0,1 segundo, por isso o ouvinte escuta dois sons distintos. Para esse fenômeno acontecer é necessário pelo menos 17 m de distância entre o obstáculo refletor e o ouvinte.

Refração e Difração.

A refração sonora ocorre da mesma forma que ocorre nas ondas não sonoras, elas sofrem uma variação na sua velocidade devido à mudança para um meio no qual a sua velocidade é diferente. Nessa situação, a frequência do som se mantém a mesma alterando somente seu comprimento de onda.

A difração sonora ocorre em obstáculos que possuam até 20 m, nos quais o som contorna esse objeto chegando até o lado oposto da incidência do som. Abaixo está representado uma pessoas (de amarelo) escutando o que acontece na outra sala pelo fenômeno da difração.



Fonte: http://wiki.stoa.usp.br/Fap0459/textos/grupo_AlexAndre/Gregori/Diego/Cl%C3%B3vis. Acessado dia 11/09/2015.

Testando seus conhecimentos.

Dividam-se em grupos e procurem pela escola lugares onde pode ocorrer cada um dos fenômenos sonoros estudados anteriormente.

Reforço: _____

Reverberação: _____

Eco: _____

Refração: _____

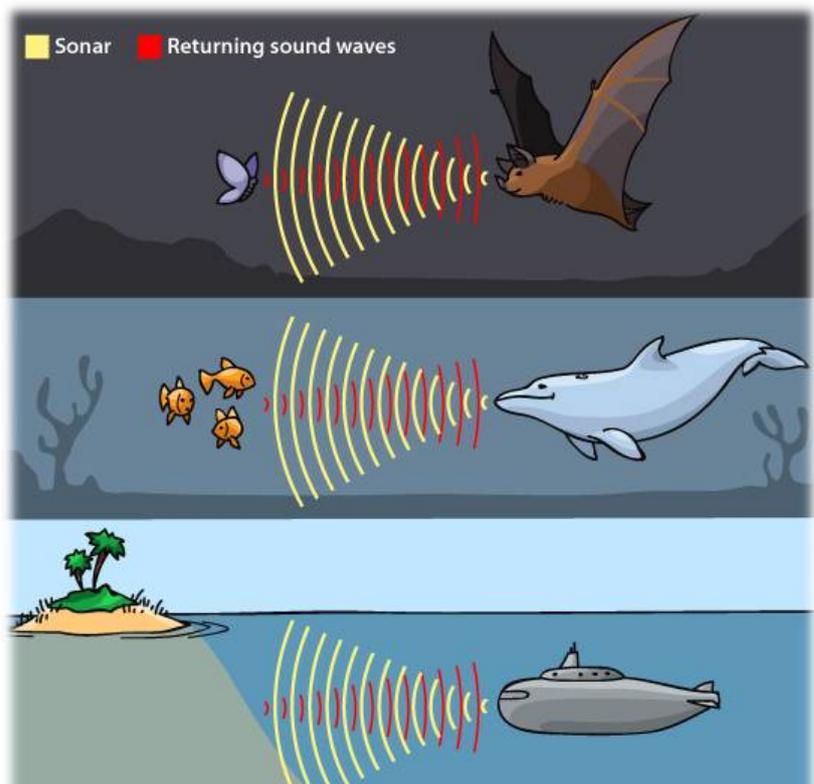
Difração: _____

Aplicações tecnológicas e biológicas.

Sonares.

Os sonares são dispositivos utilizados em navios e submarinos para detectar distâncias embaixo d'água. Eles se baseiam na reflexão do som pelos obstáculos encontrados, calculando o tempo decorrido da emissão do pulso e a recepção dele sabendo, dessa forma a distância que determinado objeto se encontra.

Eles podem ser usados tanto para detectar profundidades quanto distâncias lineares. Um detalhe importante é que em alguns posicionamentos, pela diferença de temperatura, ocorre a refração do som sendo necessário um ajuste de cálculo para saber a real posição do objeto.



Ecolocalização.

Alguns animais também dispõem de arranjos internos que se assemelham a sonares para se localizar no fundo do mar, é devido a isso que os morcegos, mesmo sendo cegos, conseguem não

colidir com nenhum obstáculo a sua frente.

Além dos morcegos, os golfinhos se utilizam desse sistema para, além de localizar alimento no fundo do oceano, evitar predadores e reconhecer animais da mesma espécie.

Ressonância

Você já deve ter escutado falar que um cantor de ópera seria capaz de quebrar um copo de cristal apenas com a sua voz, esse fenômeno parece impossível, porém além de ser passível de acontecer ele é um fenômeno ondulatório, é o fenômeno chamado ressonância.



Fonte: <http://metaist.com/blog/2010/01/resonance.html>. Acessado dia 11/09/2015.



Fonte:

[https://en.wikipedia.org/wiki/Division_Street_Bridge_\(Spokane\)#/media/File:Tacoma-narrows-bridge-collapse.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Division_Street_Bridge_(Spokane)#/media/File:Tacoma-narrows-bridge-collapse.jpg). Acessado dia 11/09/2015.

A ressonância é um dos fenômenos ondulatórios mais importantes, pois ele está presente em diversas situações da história e do nosso cotidiano, como exemplo pode-se citar a Ponte de Tacoma, uma ponte nos Estados Unidos que caiu após alguns meses da sua construção devido a esse fenômeno.

A ressonância é basicamente uma transferência de energia de um sistema ondulatório para outro. Mas para entender esse fenômeno de maneira mais concreta é necessário entender o que é frequência natural de vibração.

A frequência natural de vibração é a frequência normal de vibração das moléculas de um corpo (lembrando que todos os corpos vibram de alguma forma pois todos

tem energia interna), essa frequência depende de diversas características moleculares da matéria. E quando essa frequência natural coincide com a frequência da fonte sonora ocorre um aumento da energia devido ao som ceder essa energia ao sistema, esse é o fenômeno chamado de ressonância.

No caso da quebra do copo de cristal, a voz do cantor tem frequência muito próxima com a frequência natural de vibração do cristal, e ele pode aumentar a sua intensidade vocal de tal forma que quebre as ligações do cristal. Já na Ponte de Tacoma, o vento vibrou de maneira muito próxima à frequência natural de vibração da ponte, aumentando sua intensidade gradativamente e, por consequência, destruindo a ponte.

E o fenômeno da ressonância tem diversas aplicações práticas, desde os microondas que funcionam através da ressonância com a água, até as conchas acústicas de teatros, que criam uma ressonância com o som ampliando a capacidade das pessoas ouvirem, um exemplo de concha acústica famosa é a que existem em Sidnei na Austrália.



Fonte: <http://olirumcorp.blogspot.com.br/2009/11/opera-de-sidney-australia.html>

Avaliação - Pesquisa

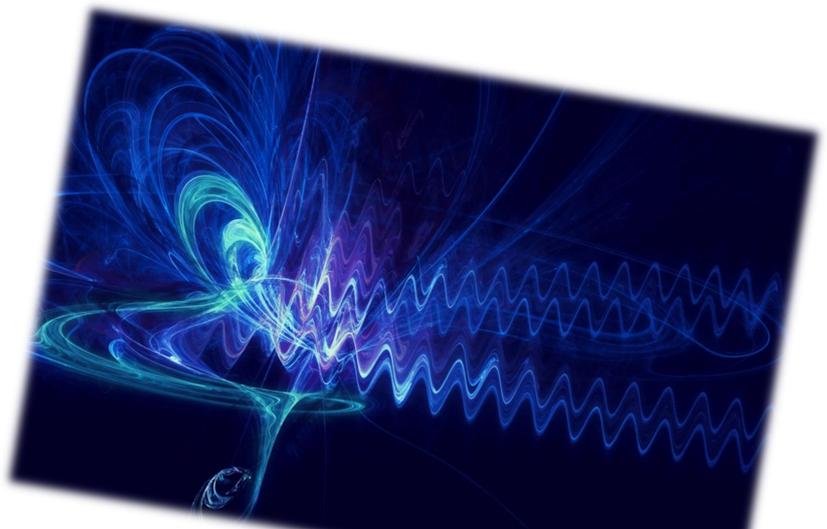
O que mais pode ser encontrado no nosso dia-a-dia que se utiliza de fenômenos sonoros? Faça uma pesquisa sobre a utilização desse fenômeno em equipamentos ou atividades do seu cotidiano.

Apresente uma página de próprio punho sobre os fenômenos que você observa no seu dia-a-dia e outras situações que dependam de fenômenos sonoros.

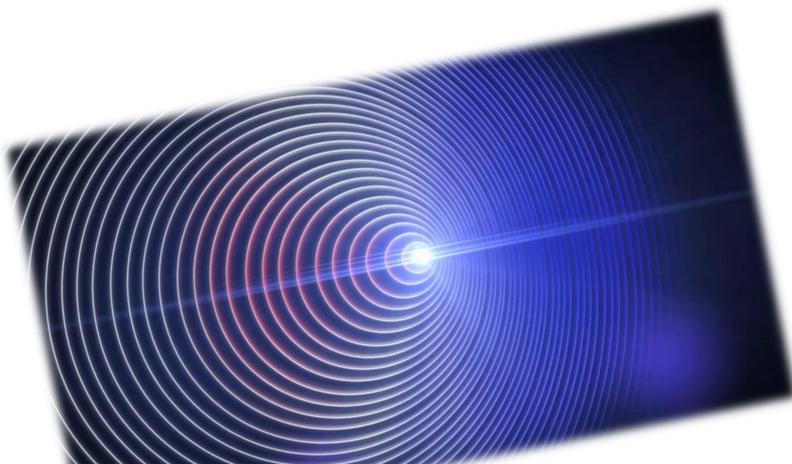
Ondas nos Instrumentos - Cordas vibrantes e Tubos sonoros



Como é produzido som em cada instrumento?...



...E como cada um deles pode produzir sons tão diferentes?



O que é o efeito Doppler? Como isso está presente na sua vida?

Fontes (De cima para baixo):

Imagem 1: http://www.lorraineberkshire-roe.co.uk/illustration-gallery/13430_musical-instruments.html. Acessado dia 24/09/2015.

Imagem 2: <http://hub.jhu.edu/2012/11/07/timbre-hearing-prosthetics>. Acessado dia 24/09/2015.

Imagem 3: <http://i.ytimg.com/vi/JmpChd5D0d0/maxresdefault.jpg>. Acessado dia 24/09/2015.

Iniciando a Discussão

Divida a sala em grupos, cada um dos grupos fica encarregado de confeccionar um dos dois instrumentos abaixo. Esse experimento foi extraído do artigo “O ensino de acústica no Ensino Médio por meio de instrumentos musicais de baixo custo” de Daniel Moura e Pedro Bernardes.

Instrumento de cordas

Materiais

- Uma caixa de sapato
- Uma ripa de eucalipto (pinho, etc...) de tamanho 1 x 0,01 x 0,05 m
- Pregos de tamanho médio e grande
- Três pitões ou ganchos
- Três cordas “Mi” de nylon para violão (primeira corda) ou corda de anzol
- Uma caneta de feltro (“canetinha” colorida)

Ferramentas

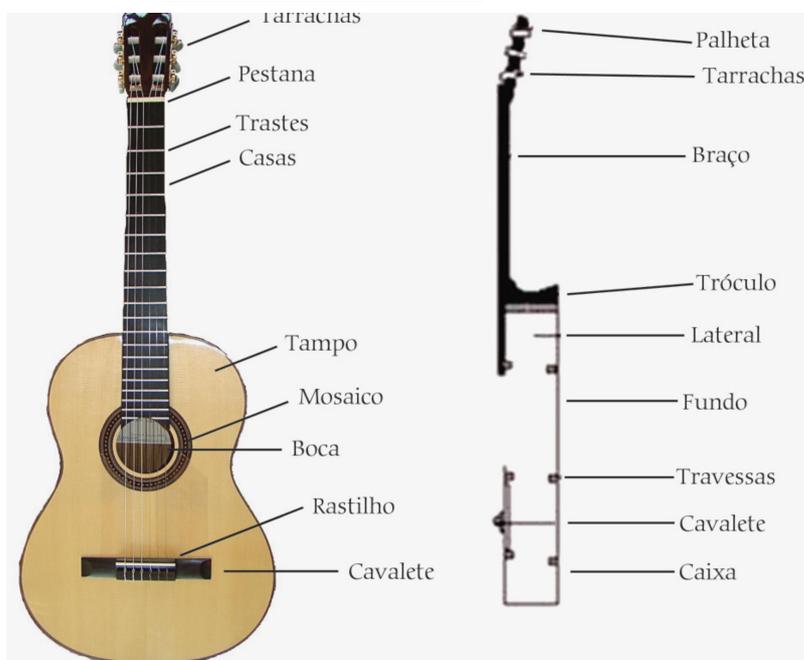
- Martelo
- Serra
- Cola de contato
- Alicates
- Canivete ou faca de cozinha
- Um copo de vidro 200 mL
- Lápis

Procedimento

Em primeiro lugar, é necessário saber quais são as partes que compõe o violão tradicional, o que é explicitado na Fig. 1.

Figura 1 – Partes do violão.

Fonte: <http://www.violaomandriao.mus.br/>. Acessado dia 24/09/2015.



A montagem do instrumento começa pela ripa de madeira, que será colada no fundo da caixa de sapato, bem na parte central. Para isso, recorte, com o canivete ou faca de cozinha, um espaço em uma das laterais menores da caixa de forma a encaixar a ripa de uma lateral a outra (Fig. 2). Demarque, no fundo da caixa de sapato, o local exato onde a ripa será colocada (Fig. 3). Este violão terá duas “bocas”. Para fazê-las, pegue o copo de 200 mL e coloque-o de cabeça para baixo nas laterais do local demarcado no fundo da caixa de sapato, desenhe dois círculos e depois recorte. Encaixe a ripa e cole-a na parte anteriormente demarcada, encostando-a no fundo da lateral menor oposta à do encaixe.

Depois, utilize três pregos, um maior no centro, para prender a ripa no fundo, sendo estes pregados horizontalmente, em linha, deixando-os um pouco expostos para que posteriormente possam prender as cordas.

Tendo realizado esta etapa, é hora de trabalhar na parte externa do instrumento.

Primeiro, é necessário obter as medidas dos trastos de braço de um violão tradicional, da pestana até o final da casa 12 do instrumento (por volta de 33 cm). Pegue a caneta de feltro, esvazie-a e corte-a no meio; o local indicado na Fig. 4 é onde se colocará uma de suas metades, que será o rastilho do violão. Utilizando a medida obtida anteriormente, no caso 33 cm, meça do cavalete 33 cm em relação a ripa e marque esta posição. Meçam desta posição os mesmos 33 cm até o final da ripa, e marque também esta posição, como na Fig. 5. Esta última posição marcada

Fonte: Moura, Daniel; Bernardes, Pedro; O ensino de acústica no Ensino Médio por meio de instrumentos musicais de baixo custo.

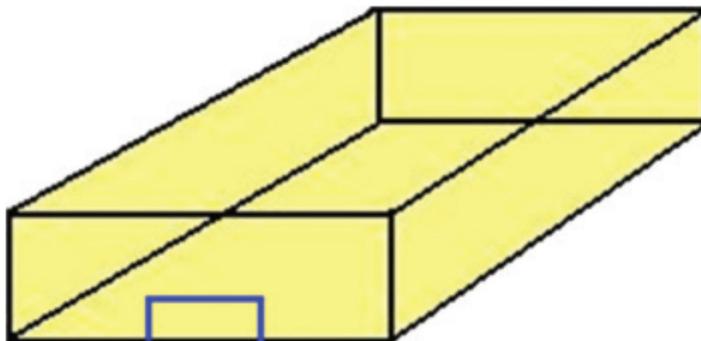


Figura 2 – Caixa de sapato com entrada para a ripa.

Fonte: Moura, Daniel; Bernardes, Pedro; O ensino de acústica no Ensino Médio por meio de instrumentos musicais de baixo custo.

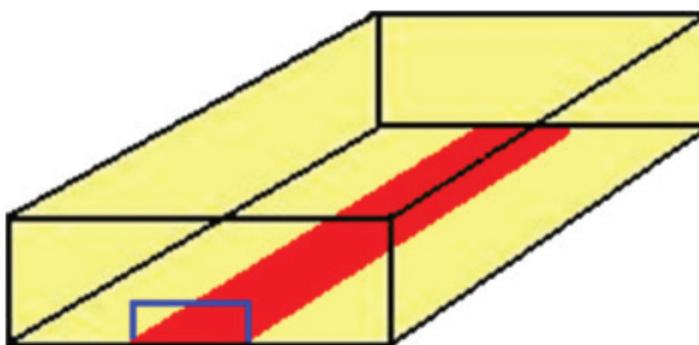


Figura 3 - Caixa de sapato com demarcação para a colagem da ripa.

Fonte: Moura, Daniel; Bernardes, Pedro; O ensino de acústica no Ensino Médio por meio de instrumentos musicais de baixo custo.

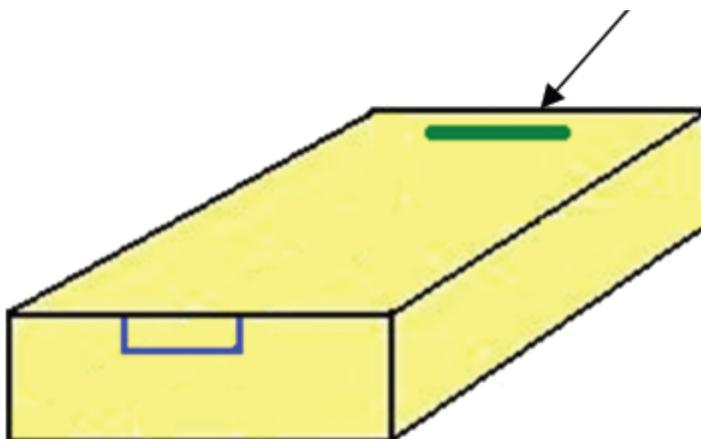


Figura 4 – Caixa de sapato com cavalete de caneta de feltro

será a pestana do violão (observar a seta no braço do violão), onde a outra metade da “canetinha” deverá ser colocada. Agora prenda os três pitões na parte anterior à pestana, se possível horizontalmente e em linha. Amarre as três cordas uma em cada pitão, passe-as por cima da pestana e depois do rastilho, então prenda-as nos pregos que prendem a ripa, mas sempre direcionando-as de forma retilínea, ou seja, a corda do pitão do centro é presa ao prego do centro, e assim por diante.

Então gire os pitões para afinar o violão.

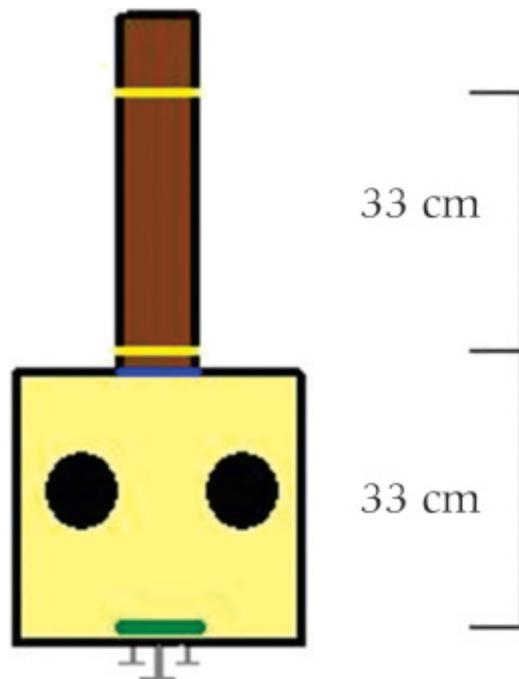


Figura 5 – Medidas do violão.

Como tocar

Para tocar este instrumento deve-se buscar afinações diversas, visto que não havendo trastos, como no violão tradicional, a possibilidade de se trabalhar com microtons existe, embora em nossa cultura auditiva eles dificilmente sejam percebidos. Determinada a afinação, toque o instrumento da forma tradicional, “pincelando” com a mão direita (destros) e com a mão esquerda posicionando-se os dedos pelo braço do instrumento. Devido á utilização das canetas de feltro é possível obter os “harmônicos naturais” referentes às casas cinco, sete e doze do violão tradicional, mas em alturas e afinações distintas.

Instrumento de sopro

Materiais

- Um cano de PVC de aproximadamente 30 cm
- Uma bexiga de tamanho comum
- Uma fita crepe

Como Fazer

Pegue a bexiga e encaixe-a na boca do cano de modo a não estourá-la, prendendo-a com fita crepe, para que fique bem fixada. Segure o instrumento na vertical, de forma a deixar a abertura do cano com a bexiga na parte inferior. Encha a bexiga com água até a altura do cano.

Como tocar

Para tocar este instrumento, basta soprar na boca do cano de PVC onde a bexiga não está encaixada, tentando produzir o som com maior projeção possível no ato de soprar. Após esta etapa aperte a bexiga, de modo a conseguir outras notas musicais, o que na maioria das vezes serão duas notas para cada medida de água. É importante mencionar que a nota emitida irá variar de acordo com o tamanho do tubo de PVC utilizado e com a quantidade de água na bexiga.

Após a construção dos instrumentos, um dos alunos apresenta o produto para os colegas e produz som com os mesmos. A seguir responda as seguintes questões.

- 1- Pensando em sentido qualitativo, qual a diferença que você percebe entre os sons produzidos por cada instrumento?
- 2- Relembrando os conceitos das aulas passadas, quais as grandezas fazem os sons serem diferentes entre si? Defina cada uma delas.
- 3- O que você imagina ser a fonte das diferentes produções sonoras? Ou seja, qual o componente em cada instrumento faz o som produzido ser diferente?

Fontes sonoras

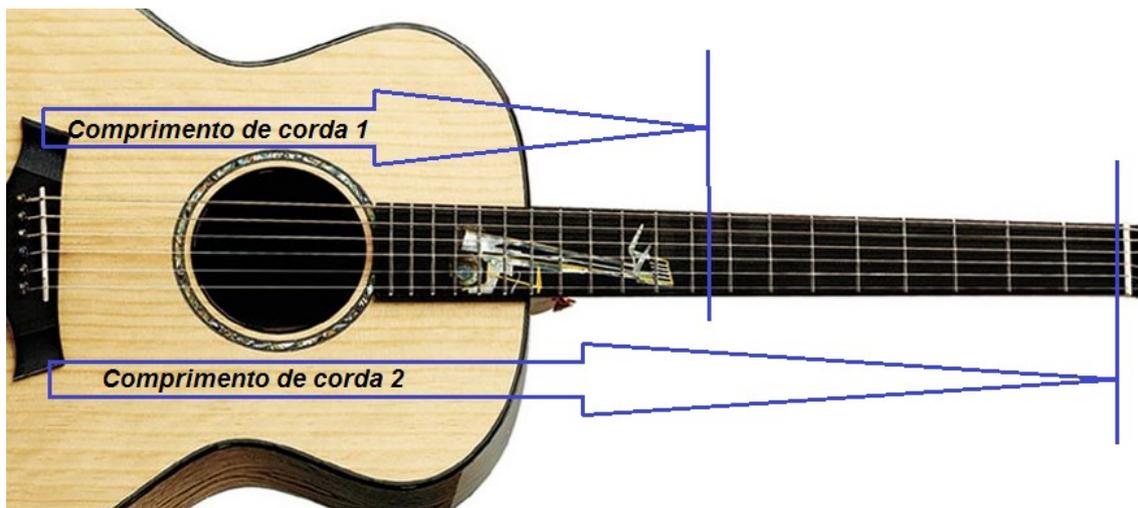
Como já visto anteriormente, o som, assim como qualquer onda, é uma perturbação longitudinal comumente produzida no ar. Porém pode perceber através dos estudos e percepções da experiência anterior que a origem desse som pode ser de diversas formas e algumas fontes dessas perturbações alteram de maneira fundamental nossa percepção sonora.

Na seção anterior nos deparamos com três tipos de instrumentos: instrumento de corda, instrumento de percussão e instrumento de sopro. Dentre esses três tipos de instrumentos podemos identificar os elementos que produziram o som, sendo as cordas no violão, o sopro na flauta e o “bataque” e a caixa no tambor.

Para o violão o que rege as frequências e comprimentos de onda produzidos por ele são as cordas vibrantes. Enquanto no tambor e na flauta, são os tubos sonoros.

Cordas vibrantes.

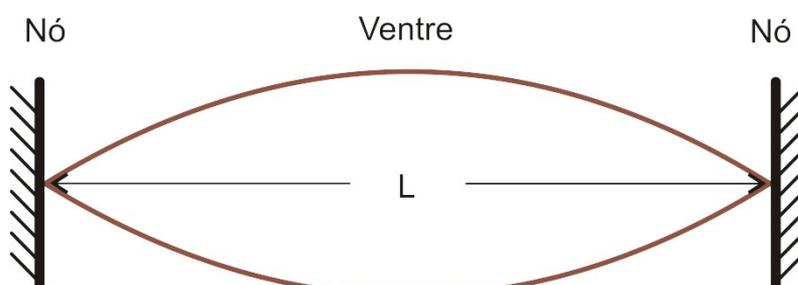
Nos instrumentos musicais de cordas, como por exemplo, um violão, que existem diversas casas musicais as quais são pressionadas para produzir os tipos de notas desejadas, como indicado na figura abaixo.



Fonte: <http://acrvida.wix.com/acrvida#!curso-violão-e-cavaquinho/zoom/mainPage/image167q>. Acessado dia 24/09/2015.

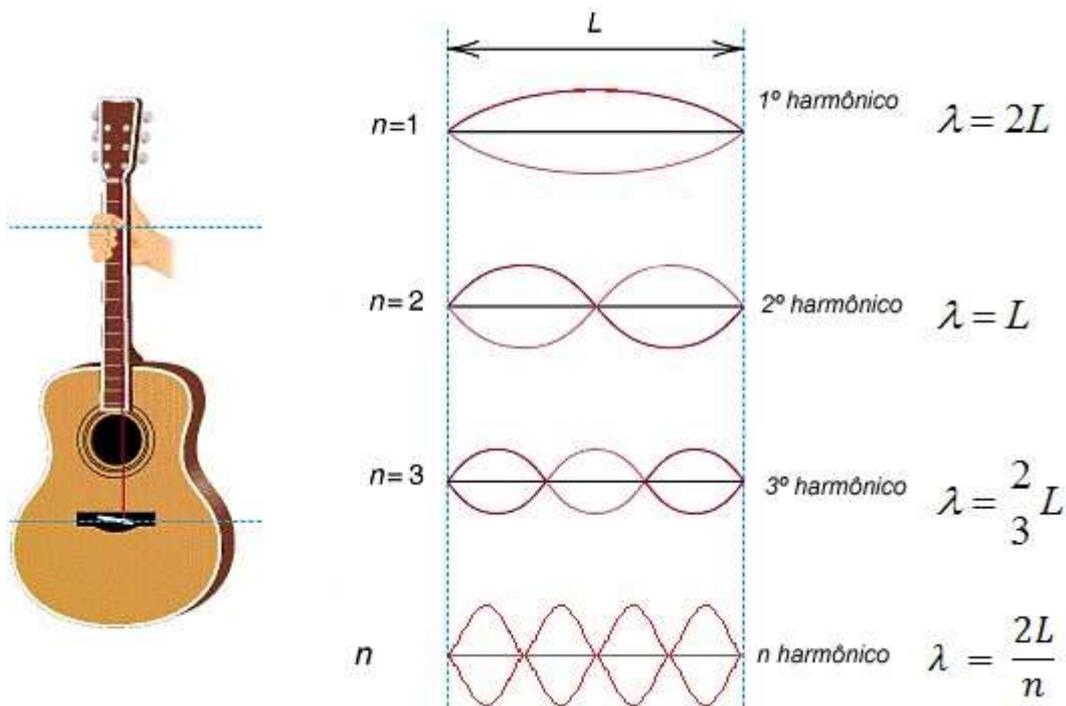
Imagine que em momentos diferentes as casas indicadas pelas setas estão sendo pressionadas. Pode-se perceber, portanto, que o comprimento de onda será determinado pela casa que se está pressionando, pois a distância entre a casa e o fim da corda corresponderia à metade do comprimento de onda,

vibrando da mesma forma que a figura ao lado. Esse tipo de onda recebe o nome de onda estacionária, onde um dos nós é a ponta das cordas e o outro é a casa que está sendo pressionada, para o exemplo dado.



Fonte: <http://osfundamentosdafisica.blogspot.com.br/2011/12/cursos-do-blog-termologia-ootica-e-13.html>. Acessado dia 24/09/2015.

As ondas estacionárias possuem vibrações bem definidas, sendo a vibração fundamental chamada de 1º harmônico, no exemplo do violão, seria a qual não haveria nenhuma casa sendo apertada. Todos os outros harmônicos são múltiplos inteiros do harmônico fundamental, definindo dessa forma, comprimentos de onda (λ) e frequências (f) para cada um dos harmônicos subsequentes. Na figura seguinte são mostrados os harmônicos e suas definições de comprimento de onda, lembrando que L é o comprimento da corda vibrante.



Fonte: brasilecola.com/fisica/a-fisica-os-instrumentos-musicais.htm. Acessado dia 24/09/2015.

Sendo o comprimento de onda definido pelo comprimento da corda e a velocidade no ar constante é possível também prever a frequência do primeiro harmônico:

$$f = \frac{v}{\lambda_1} \quad \rightarrow \quad f_1 = \frac{v}{2L}$$

E como os harmônicos seguintes são múltiplos inteiros, pode-se definir por:

$$f_n = n \frac{v}{2L}$$

Os harmônicos em um instrumento dificilmente são tocados isoladamente, eles são tocados em composições onde um sobrepõe o outro, dessa forma que se define o timbre característico do som.

Tubos sonoros

Assim como nas cordas musicais, tubos podem ser utilizados para criar ondas estacionárias dentro deles e dessa forma ter sons característicos e bem definidos.



Na experiência feita anteriormente, tanto o tambor quanto a flauta possuem essa característica de tubos sonoros, além deles, outros diversos instrumentos partilham da mesma característica tais como os órgãos de igreja, saxofones e muitos outros. Como exemplos desses instrumentos, um saxofone é mostrado na página anterior e a figura abaixo mostra um órgão de igreja.



Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Johann_Sebastian_Bach.
Acessado dia 24/09/2015.

Para tubos sonoros, existem dois tipos: os tubos abertos, nos quais as duas extremidades são abertas e os chamados tubos fechados onde apenas uma das extremidades é aberta.

É possível observar na imagem a seguir a forma de onda que é adquirida em um tubo aberto, a qual o primeiro harmônico corresponde à metade do comprimento de onda, da mesma forma que nas cordas vibrantes, porém para os tubos abertos, o nó se estabelece no meio do tubo ao

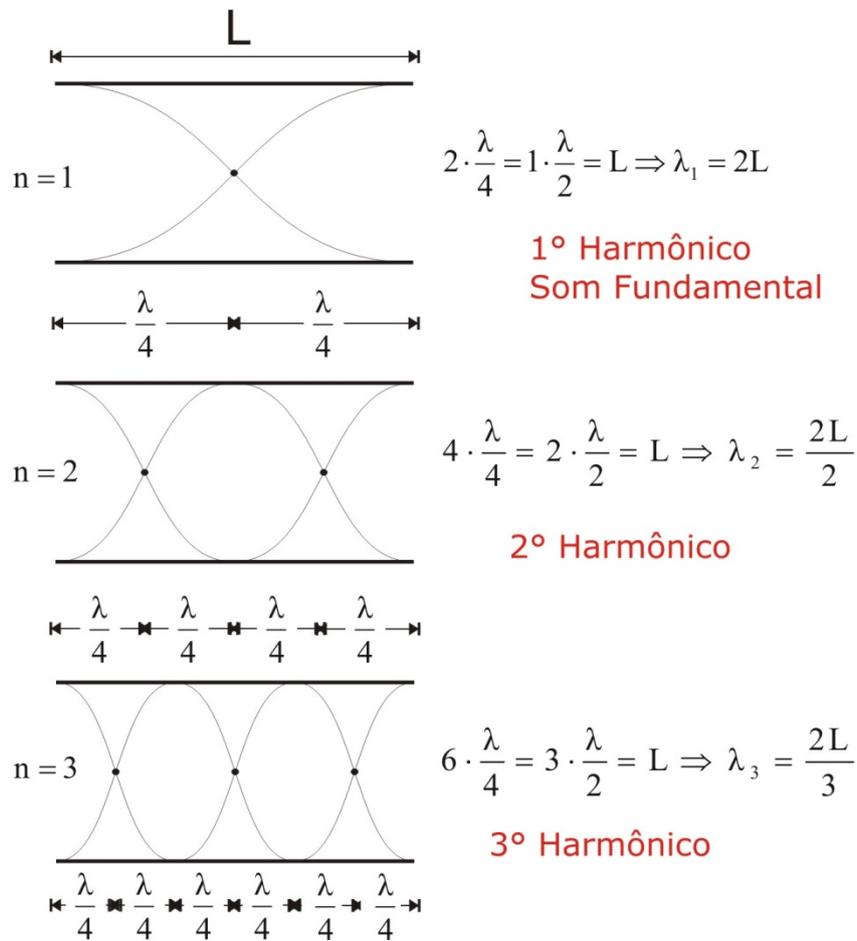
invés das pontas (considerando o 1º harmônico).

Dessa forma podemos generalizar o comprimento de onda em um tubo sonoro aberto da seguinte forma:

$$\lambda_n = \frac{2L}{n}$$

Bem como a frequência:

$$f_n = n \frac{v}{2L}$$



Fonte: <http://www.sofisica.com.br/conteudos/Ondulatória/Acústica/tubos.php>. Acessado dia 24/09/2015.

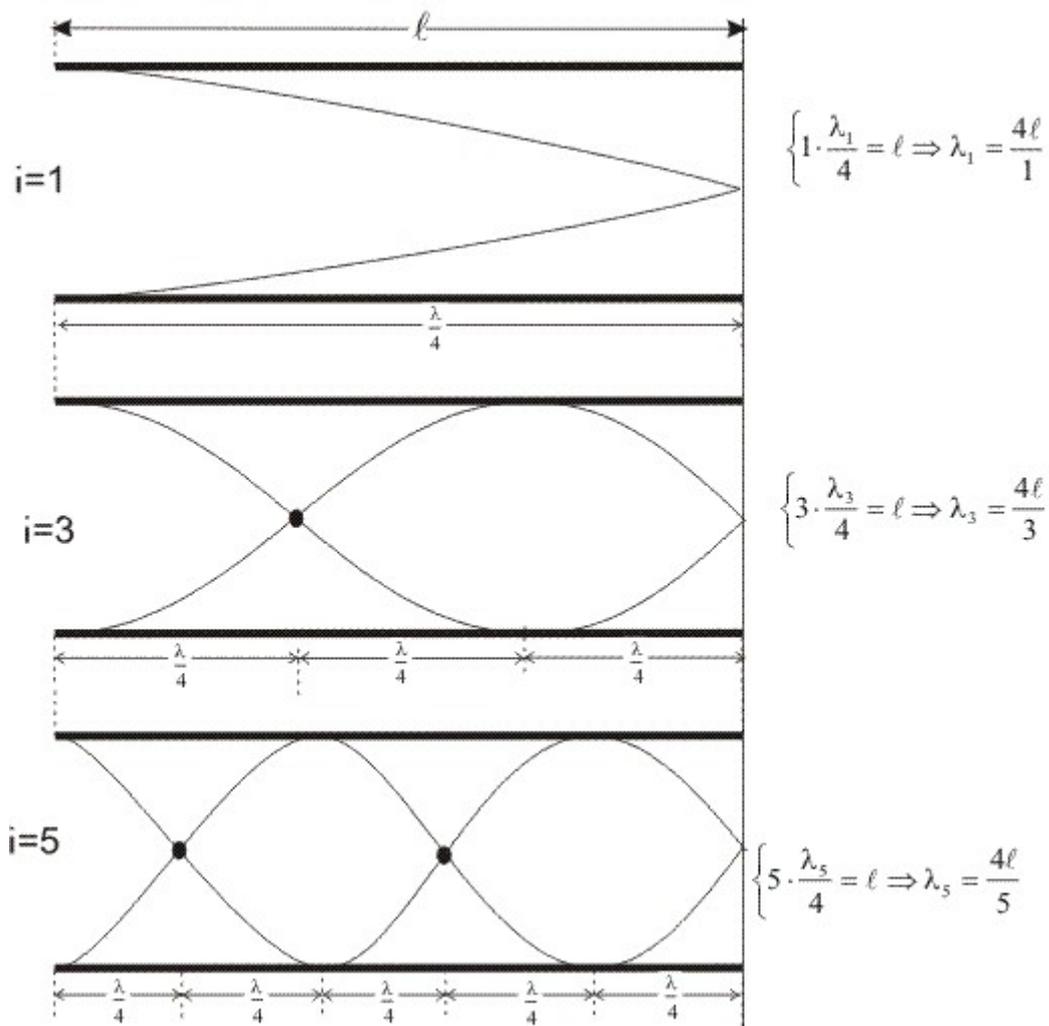
Lembrando que o n somente assume números inteiros (1,2,3...etc)

Já no tubo fechado se apresenta apenas harmônicos de número ímpar. Dessa forma, pode-se generalizar o comprimento de onda em tubos fechados:

$$\lambda_i = \frac{4L}{i} \quad \text{Sendo } i = 1,3,5 \dots \text{etc.}$$

E define-se a frequência sendo:

$$f_i = i \frac{v}{4L} \quad \text{Sendo } i = 1,3,5 \dots \text{etc}$$



Fonte: <http://www.sofisica.com.br/conteudos/Ondulatória/Acústica/tubos2.php>. Acessado dia 24/09/2015.

Efeito Doppler.

O efeito Doppler é um fenômeno sonoro que acontece devido à velocidade relativa entre o observador e a fonte sonora. Esse fenômeno pode ser observado em diversos ambientes do cotidiano, desde uma corrida de Formula 1 até a aproximação rápida de uma ambulância.

Esse fenômeno se caracteriza por uma acentuação na frequência do som na aproximação da fonte sonora e um posterior decréscimo nessa mesma frequência devido ao afastamento da fonte sonora.



Fonte:
<https://def.fe.up.pt/fisica3/ondas2/index.html>
 Acessado dia 24/09/2015.

Isso ocorre devido à aproximação da fonte sonora causa

uma aparente diminuição no comprimento de onda, aparentando assim uma maior frequência. Da mesma forma, quando se afasta da fonte sonora ocorre o alongamento dos comprimentos de onda, aparentando o contrário do primeiro caso, uma menor frequência.



Fonte: <http://i.ytimg.com/vi/JmpChd5D0d0/maxresdefault.jpg>.
Acessado dia 24/09/2015.

Quando esses corpos se afastam, ocorre um desvio para o vermelho (redshift), pois no espectro visível essa é a luz de menor frequência; enquanto quando esse corpo se aproxima, ocorre um desvio para o violeta (blueshift), devido a luz violeta ser a de maior frequência no espectro visível.

Esse fenômeno também é observado na luz quando captada do espaço, porém como a velocidade da luz é muito elevada isso só acontece com corpos celestes como galáxias ou estrelas. Quando esses corpos se afastam, ocorre um desvio para o vermelho (redshift), pois no espectro visível essa é a luz de menor frequência; enquanto quando esse corpo se

Avaliação – Estudo de caso

Preencha a ficha técnica abaixo com o seu grupo, perceba que será necessário tomar mão dos conceitos desenvolvidos anteriormente nos estudos de qualidades dos sons, características dos sons, etc.

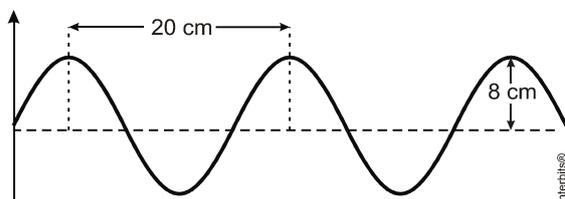
Ficha Técnica

Nome do Instrumento:		Comprimento Total da Corda	
Material do Instrumento:		Frequência Fundamental (1º Harmônico)	
Elemento Produtor do Som:		Frequência do 2º Harmônico	
Ruído Produzido (dB):		Comprimento da corda para esse 2º Harmônico	
<p>Dados acústicos</p> <p>Desenho da onda produzida:</p> <p>(Incluir dados de altura comprimento, nós e ventres.)</p>		Intervalo entre o 1º e 2º Harmônicos	
		Nome do tipo de intervalo:	
		Intensidade Sonora (W/m²)	

<ul style="list-style-type: none"> • 1º Harmônico 	
<ul style="list-style-type: none"> • 2º harmônico 	

Exercícios Complementares

1. (G1 - IFPE 2012) A figura a seguir representa um trecho de uma onda que se propaga com uma velocidade de 320 m/s. A amplitude e a frequência dessa onda são, respectivamente:



- a) 20 cm e 8,0 kHz
- b) 20 cm e 1,6 kHz
- c) 8 cm e 4,0 kHz
- d) 8 cm e 1,6 kHz
- e) 4 cm e 4,0 kHz

2. (G1 - IFSC 2012) *Em dias de tempestade, podemos observar no céu vários relâmpagos seguidos de trovões. Em algumas situações, estes chegam a proporcionar um espetáculo à parte. É CORRETO afirmar que vemos primeiro o relâmpago e só depois escutamos o seu trovão porque:*



Fonte: http://sjm.no.sapo.pt/as_tempestades_e_tornados.htm Acesso: 21 set. 2011

- a) o som se propaga mais rápido que a luz.
- b) a luz se propaga mais rápido que o som.
- c) a luz é uma onda mecânica.
- d) o som é uma onda eletromagnética.
- e) a velocidade do som depende da posição do observador.

3. (UEL 2009) Os morcegos, mesmo no escuro, podem voar sem colidir com os objetos a sua frente. Isso porque esses animais têm a capacidade de emitir ondas sonoras com frequências elevadas, da ordem de 120.000 Hz, usando o eco para se guiar e caçar. Por exemplo, a onda sonora emitida por um morcego, após ser refletida por um inseto, volta para ele, possibilitando-lhe a localização do mesmo.

Sobre a propagação de ondas sonoras, pode-se afirmar que:

- a) O som é uma onda mecânica do tipo transversal que necessita de um meio material para se propagar.
- b) O som também pode se propagar no vácuo, da mesma forma que as ondas eletromagnéticas.
- c) A velocidade de propagação do som nos materiais sólidos em geral é menor do que a velocidade de propagação do som nos gases.

- d) A velocidade de propagação do som nos gases independe da temperatura destes.
- e) O som é uma onda mecânica do tipo longitudinal que necessita de um meio material para se propagar.

4. (Enem PPL 2013) Visando reduzir a poluição sonora de uma cidade, a Câmara de Vereadores aprovou uma lei que impõe o limite máximo de 40 dB (decibéis) para o nível sonoro permitido após as 22 horas.

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

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

5. (UECE 2010) Os termos a seguir estão relacionados às ondas sonoras.

I - Volume se refere à intensidade da sensação auditiva produzida por um som e depende da intensidade e da frequência da onda.

II - Altura se refere a uma qualidade da onda que depende somente da sua frequência: quanto menor a frequência maior a altura.

III - Batimento se refere às flutuações na intensidade do som quando há interferência de duas ondas sonoras de mesma frequência.

IV - Timbre é uma característica que depende da frequência e da intensidade dos tons harmônicos que se superpõem para formar a onda sonora.

Está correto o que se afirma em

- a) I e II, apenas.
- b) II e III, apenas.
- c) III e IV, apenas.
- d) I e IV, apenas.

6. (G1 - UFTPR 2008) Sobre ondas sonoras, considere as seguintes afirmações:

I - As ondas sonoras são ondas transversais.

II - O eco é um fenômeno relacionado com a reflexão da onda sonora.

III - A altura de um som depende da frequência da onda sonora.

Está(ão) correta(s) somente:

- a) I.
- b) II.
- c) III.
- d) I e II.
- e) II e III.

7. (UFSCAR 2007) Sabemos que, em relação ao som, quando se fala em altura, o som pode ser agudo ou grave, conforme a sua frequência. Portanto, é certo afirmar que:

- a) o que determina a altura e a frequência do som é a sua amplitude.
- b) quanto maior a frequência da fonte geradora, mais agudo é o som.
- c) o som é mais grave de acordo com a intensidade ou nível sonoros emitidos.
- d) sons mais agudos possuem menor velocidade de propagação que sons mais graves.
- e) sons graves ou agudos propagam-se com mesma velocidade no ar e no vácuo.

8. (G1 - CPS 2006) A bateria é o coração de uma agremiação e sustenta com vigor a cadência indispensável para o desenvolvimento do desfile de Carnaval. O canto e a dança se apóiam no ritmo da bateria que reúne diversos tipos de instrumentos - surdo, caixa de guerra, repique, chocalho, tamborim, cuíca, agogô, reco-reco, pandeiro e prato - de sons graves e agudos, que dão estrutura ao ritmo.

As qualidades fisiológicas do som estão relacionadas com as sensações produzidas em nossos ouvidos. Essas qualidades são:

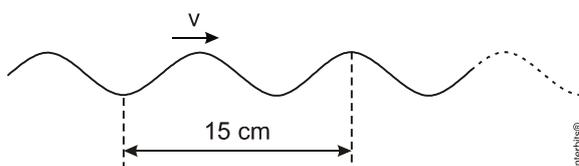
- a) a altura, a velocidade e o meio de propagação.
- b) a intensidade, a altura e o timbre.
- c) a velocidade, o timbre e a amplitude.
- d) o timbre, a frequência e o eco.
- e) o eco, a velocidade e a intensidade.

9. (UNICAMP 2014) A tecnologia de telefonia celular 4G passou a ser utilizada no Brasil em 2013, como parte da iniciativa de melhoria geral dos serviços no Brasil, em preparação para a Copa do Mundo de 2014. Algumas operadoras inauguraram serviços com ondas eletromagnéticas na frequência de 40 MHz. Sendo a velocidade da luz no vácuo

$c = 3,0 \times 10^8$ m/s, o comprimento de onda dessas ondas eletromagnéticas é

- a) 1,2 m.
- b) 7,5 m.
- c) 5,0 m.
- d) 12,0 m.

10. (UFPE 2012) Na figura abaixo, mostra-se uma onda mecânica se propagando em um elástico submetido a um certa tensão, na horizontal. A frequência da onda é $f = 740$ Hz. Calcule a velocidade de propagação da onda, em m/s.



11. (UFRJ 2011) 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. Para utilizá-lo, é necessário que uma pessoa fale na “boca” de uma das latas e uma outra pessoa ponha seu ouvido na “boca” da outra lata, mantendo os fios esticados.

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 para um certo telefone de latas o comprimento de onda máximo é 50 cm e que a velocidade do som no ar é igual a 340 m/s, calcule a frequência mínima das ondas sonoras que são bem transmitidas pelo telefone.

Bibliografia

Bibliografia

- ANDRADE, P. R. Poluição sonora está acima do permitido por lei. **Site da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas - USP**. Disponível em: <<http://comunicacao.fflch.usp.br/node/1724>>. Acesso em: 3 Julho 2015.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. 1ª. ed. [S.l.]: Paralelo Editora, 2000.
- BONADIMAN, H.; NONENMACHAER, S. O gostar e o aprender no ensino de Física: uma proposta metodológica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 24, n. 2, p. 194-223, Agosto 2007.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. EDUCAÇÃO MÉDIA E TECNOLÓGICA. **Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio**. Brasília: MEC, 1999, 2000.
- CARVALHO, A. M. P. D. C.; PEREZ, D. G. Ensinar a ensinar: didática para a escola fundamental e média. In: AMÉLIA DOMINGUES DE CASTRO, A. M. P. D. C. **O saber e o saber fazer dos professores**. São Paulo: Pioneira, 2001. p. 107-124.
- CASTRO, A. D. E. A. **Didática para a escola de 1º e 2º graus**. São Paulo: Pioneira, 1976.
- COELHO, S. M.; MACHADO, G. R. Acústica e música: uma abordagem metodológica para explorar sons emitidos por tubos sonoros. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 1, p. 207-222, Abril 2015.
- ERROBIDART, H. A. et al. Ouvido mecânico: um dispositivo experimental para o estudo da propagação e transmissão de uma onda sonora. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n. 1, Março 2014.
- FECHER, G. **Elements of psychophysics**. [S.l.]: [s.n.], v. I, 1966.
- GIORDAN, M.; GUIMARÃES, Y. A.; MASSI, L. **Uma análise das abordagens investigativas de trabalhos sobre sequências didáticas: tendências no ensino de ciências**. VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Campinas: [s.n.]. 2011.
- GUIMARÃES, Y. A.; GIORDAN, M. **Instrumento para construção e validação de sequências didáticas em um curso a distância de formação continuada de professores**. VIII Encontro Nacional De Pesquisa em Educação em Ciências. Campinas: [s.n.]. 2011.
- HALLIDAY, D. **Fundamentos de física, volume 2: gravitação, ondas e termodinâmica**. 8ª. ed. Rio de Janeiro: LTC, v. 2, 2008.
- JÚNIOR, F. N. M.; CARVALHO, W. L. P. D. O ensino de acústica nos livros didáticos de Física recomendados pelo PNLEM: análise das ligações entre a Física e o Mundo do som e da música. **Holos**, 2011. 137-154.
- LAGO, B. L. A guitarra como um instrumento para o ensino de física ondulatória. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, n. 1, Março 2015.
- LUDKE, E. et al. Velocidade do som no ar e efeito Doppler em um único experimento. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 1, fev. 2012.
- MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. 2ª. ed. São Paulo: E.P.U., 2014.
- MOURA, D. D. A.; NETO, P. B. O ensino de acústica no ensino médio por meio de instrumentos musicais de baixo custo. **Física na Escola**, v. 12, n. 1, p. 12-15, 2011.
- NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de física básica**. 4ª. ed. São Paulo: Edgard Blücher, v. 2, 2004.

- PAIS, L. C. **Didática da Matemática: uma análise da influência francesa**. Belo Horizonte: Autêntica, 2002.
- PIETROCOLA, M. et al. **Física em contextos: pessoal, social e histórico : energia, calor, imagem e som**. 1ª. ed. São Paulo: FTD, v. 2, 2010.
- RAMALHO JUNIOR, F.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. D. T. **Os Fundamentos da Física**. 10ª. ed. São Paulo: Moderna, v. 2, 2009.
- RIBEIRO, J. L. P. Por que a percussão de uma mola produz o mesmo som de “pistolas laser” do filme Star Wars? **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 2, p. 385-399, Agosto 2014.
- RICARDO, E. C. **Problematização e contextualização no ensino de física**. São Paulo : Cengage Learning, 2010.
- RICARDO, E. C. Problematização e contextualização no ensino de Física. In: CARVALHO, A. M. P. D. **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010. Cap. 2, p. 29-52.
- SANTOS, E. M.; MOLINA, C.; TUFÁILE, A. P. B. Violão e guitarra como ferramentas para o ensino de física, v. 35, n. 2, 30 Maio 2013.
- SILVA, W. P. D.; SILVA, D. D. P. S. E.; SILVA, C. D. P. S. E. Um software para experimentos sobre batimento de ondas sonoras. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 21, n. 1, p. 103-110, Abril 2004.
- SILVER, D. D. PewResearchCenter. **Site da PewResearchCenter**, 02 fev. 2015. Disponível em: <<http://www.pewresearch.org/fact-tank/2015/02/02/u-s-students-improving-slowly-in-math-and-science-but-still-lagging-internationally/>>. Acesso em: 30 jun. 2015.
- VIGGIANO, E.; MATTOS, C. O desempenho de estudantes no Enem 2010 em diferentes regiões brasileiras. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 94, n. 237, p. 417-438, 2013.
- YAMAMOTO, K.; FUKU, L. F. **Física para o Ensino Médio**. 1ª. ed. São Paulo: Saraiva, v. 2, 2010.
- YOUNG, H. D. **Física III - eletromagnetismo**. 12ª. ed. São Paulo: Addison Wesley, v. III, 2009.
- YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. **Física II: Termodinâmica e ondas**. 10ª. ed. São Paulo: Addison Wesley longman, 2004.
- ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- ZANETTI, J. **Qual o papel da ciência na formação básica?** Atas do IX Simpósio Nacional de Ensino de Física. [S.l.]: [s.n.]. 1991. p. 9/10.