

Universidade de São Paulo
Metodologia do ensino de física I
Professor: *Mauricio Pietroloca*

Módulo inovador
“Os sons que nos movem”

Abner Eliezer Borges N°USP: 7658921
André Pereira Fabrette N°USP: 7697310
Aureliano Pereira dos Santos Neto N°USP: 8642710
Flávio Gonçalves de Almeida N°USP: 7161292
Osvaldo Pereira Amorim Júnior N°USP: 860403

Introdução.

As aulas de física atualmente consistem em apenas exposição do conteúdo de forma teórica, em que não existe uma interação com o aluno. Assim, o indivíduo não consegue enxergar uma utilização prática do conceito abordado.

O ensino de física, como o das outras áreas do conhecimento, deve se concentrar no aproveitamento de todo o conhecimento prévio que o aluno possui, trazendo aspectos de seu cotidiano e mostrando o sentido do que está sendo estudado.

Podemos caracterizar este módulo de ensino como inovador, primeiramente pela escolha do tema, acústica, uma vez que o esse é pouco abordado no ensino médio. A proposta deste módulo é trabalhar com conceitos abrangentes do cotidiano, e explicar certos fenômenos levantando questões outrora não pensadas, como, em um caráter interdisciplinar, buscando relação com a biofísica.

Em termos gerais, promoveremos discussões a respeito dos conceitos relacionados ao som apresentados, mostrando assim uma utilização prática dos conceitos de acústica. A metodologia usada para a utilização desse trabalho possui um diferencial, devido a estrutura ao qual será exportada e, pela forma de conduzir as aulas, dando oportunidades aos alunos de discutir os conceitos apresentados, utilização de experimentos de caráter demonstrativos, investigativos e verificativos.

Apresentação.

Este módulo de ensino tem como objetivo principal trabalhar com conceitos relacionados a acústica. A forma de se trabalhar com esse material consiste em aulas expositivas e discussões a respeito do tema, apresentando bastante curiosidades do dia a dia e experimentos para a demonstração de fenômenos relacionados ao som.

Temática.

Ouvimos tantas coisas no dia a dia, músicas, barulhos, ruídos, vozes, entre outros. Porém nunca paramos para pensar que tudo isso pode ser classificado de alguma forma. Descobrir que existem tipos de sons que não são perceptíveis para nós, mas para outros seres são fundamentais para a sobrevivência. Portanto, o intuito desse módulo é trabalhar com conceitos relacionados ao som, propondo aos alunos uma nova concepção de mundo sobre a acústica

Objetivos.

Através da explicação de alguns conceitos de ondas e suas propriedades (período, frequência, comprimento), procuraremos relacioná-los a música e a outros fenômenos da natureza, no intuito de facilitar o entendimento a o sujeito. Ainda serão abordados questões sobre as qualidades fisiológicas dos sons como altura, timbre, intensidade, a escala de níveis de intensidade sonora (escala decibéis db), assim como a biofísica aplicada a acústica e psicoacústica.

Público alvo.

Ensino médio em geral

Número de aulas.

O curso é composto por seis aulas expositivas.

Conteúdos de física abordados.

Biofísica, natureza do som, frequência, amplitude, intensidade, timbre e Psicoacústica.

Descrição das aulas

Aula 1: Diga-me algo que lhe direi quem és!

Objetivo.

Objetiva-se realizar um levantamento de dados com os alunos a partir da realização de uma dinâmica, de modo a obter informações sobre os conhecimentos prévios dos sujeitos para reconhecer diferentes tipos de sons.

Conteúdo físico.

Conceitos sobre a propriedade do som, a saber, timbre, intensidade, duração, frequência/altura.

Recursos instrucionais.

Giz, Lousa, Aulas expositivas e dinâmicas interativas.

Dinâmica de Aula.

Dinâmica em grupo: Serão selecionados aleatoriamente cinco alunos (aproximadamente), esses ficaram com os olhos vendados e irão ser submetidos a um desafio, identificar os demais indivíduos presentes na sala de aula apenas pela voz, sendo mais específicos, os alunos desvendados falarão uma palavra, por exemplo, “Oz-asco!” Nesse momento os vendados devem revelar o nome da pessoa que disse a palavra combinada. Depois de repetido algumas vezes o procedimento para reconhecer os colegas de classe, será feita uma análise das respostas dadas e, aberta uma breve discussão sobre quais aspectos levaram os alunos acertarem e/ou errarem em identificar a voz dos indivíduos cujo a palavra combinada pronunciaram.

Questões a serem exploradas

O que difere um som de outro?

O que você faz para (re)conhecer a voz de alguém?

Por meio das questões vistas procura-se introduzir aos alunos conceitos sobre as propriedades do som, timbre, altura/frequência, intensidade, duração.

Pergunta

Se a sua voz é única, porque quando a ouvimos em uma gravação, ou até mesmo pelo telefone ela se torna diferente?

Uma possível variação da dinâmica :

Tocar trechos de uma música com instrumento diferentes. Por exemplo tocar os 15 primeiros segundos da 1ª Suite de Bach nos seguintes instrumentos: Violoncelo, Violino, Viola Clássica, Guitarra e Guitarra com distorção. (É um exemplo, pode usar os instrumentos que convier).

Como conduzir?

Os alunos não sabem quais são os instrumentos que tocarão, inicialmente. Num primeiro momento os alunos escutam a mesma música tocada por diferentes instrumentos. Não diremos a eles quais instrumentos estão tocando, apenas os questionamos: Qual instrumento está tocando? É o mesmo instrumento? (quando passa para outra reprodução), Existe alguma diferença entre o instrumento anterior e esse?, Se existe, o que qualifica estas diferenças?

Através do som dos instrumentos reproduzidos serão apresentadas as quatro propriedades do som (timbre, duração, intensidade e altura), neste caso dando-se uma maior ênfase ao timbre dos instrumentos.

Como ouvimos então?

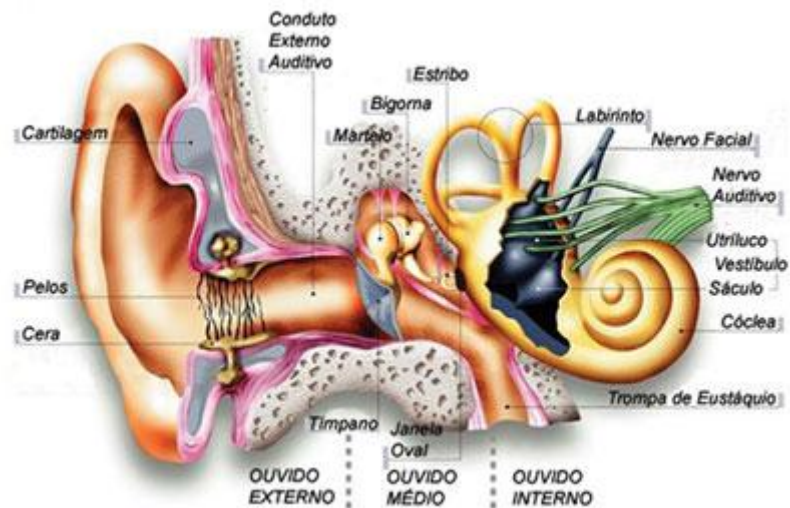


Figura 1: Funcionamento do ouvido humano.

Os sons entram no organismo pela orelha. Passam pelo conduto auditivo, um canal que amortece as ondas sonoras e as conduzem até o tímpano. O som causa uma pressão no tímpano que gera um movimento em três pequenos ossos: martelo, bigorna e estribo. Esses ossos estimulam a cóclea, um órgão cheio de líquido que recebe o som através de ondas. Na cóclea, os sons serão decifrados e transmitidos para o cérebro pelo nervo auditivo.

A nossa sensação de altura(do som) é dependente do tempo, e nossa percepção de volume varia consideravelmente com a frequência e o timbre.

Após a discussão da percepção e do funcionamento do ouvido humano, demonstrar aspectos da (des)construção da voz em aparelhos eletrônicos.

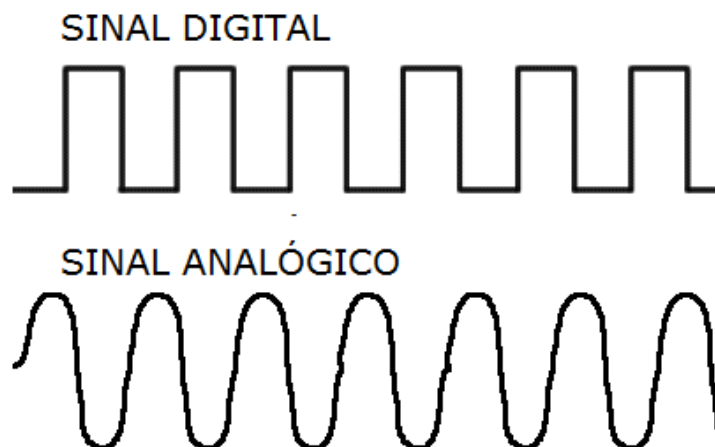


Figura 2: Exemplos de ondas em sinais digitais e analógicos.

Curiosidades

História do Gnu: São animais que vivem em bandos e que tem uma peculiaridade entre os que possuem filhotes. As mães Gnu não reconhecem suas crias simplesmente pela aparência (devido a grande semelhança da espécie), então como de fato as mães reconhecem seus filhotes quando se encontra perdido entre outros do bando?

Decibéis é a intensidade sonora

A voz do homem tem frequência que varia entre 100 Hz e 200 Hz e a da mulher, entre 200 Hz e 400 Hz. Portanto, a voz do homem costuma ser grave, ou grossa, enquanto a da mulher ser aguda, ou fina.

Os sons muito intensos são desagradáveis ao ouvido humano. Sons com intensidades acima de 130 dB provocam uma sensação dolorosa e sons acima de 160 dB podem romper o tímpano e causar surdez.

Aula 2: Ouvindo uma onda.

Objetivo.

Objetiva-se mostrar os aspectos de uma onda sonora e sua representação gráfica e analisar as grandezas físicas a partir das propriedades de uma onda. Apresentando também tipos de sons e certos efeitos.

Conteúdo físico.

Frequência, Amplitude, Período, Comprimento de onda, Velocidade de propagação do som,

Recursos instrucionais.

Giz, Lousa, Experimentos demonstrativos, Experimento investigativos.

Dinâmica de Aula.

Apresentação do conceito de onda:

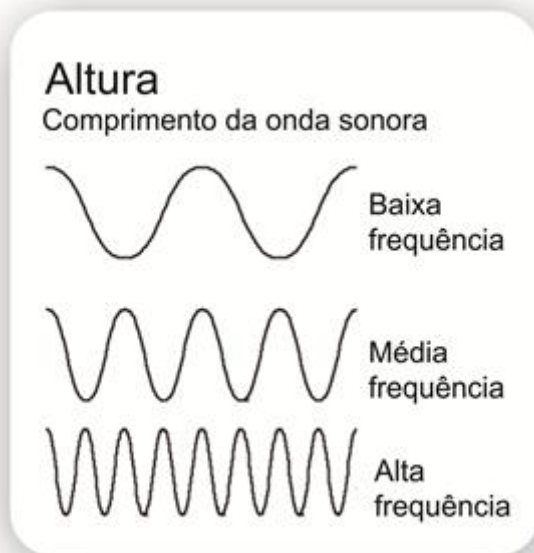


Figura 3: Exemplos do tipos de frequência através de ondas.

A partir dos gráficos extrair grandezas físicas:

Amplitude e Período

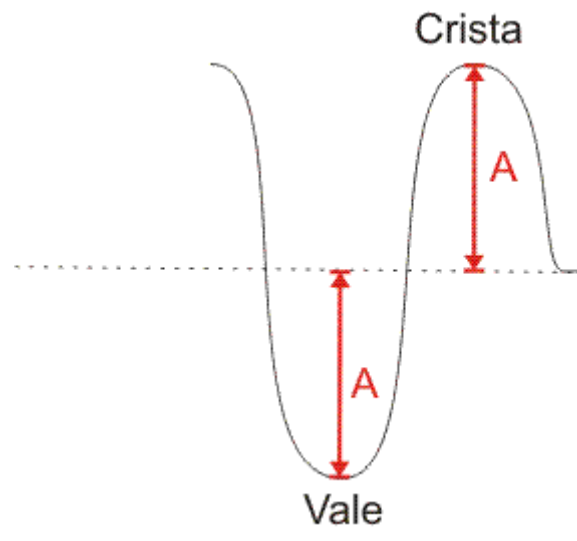


Figura 4: Amplitude e vale de uma onda.

Chamamos de comprimento da onda, e expressamos pela letra grega lambda (λ), a distância entre duas cristas ou dois vales consecutivos.

Chamamos de período da onda (T) o tempo decorrido até que duas cristas ou dois vales consecutivos passem por um ponto e frequência da onda (f) o número de cristas ou vales consecutivos que passam por um mesmo ponto, em uma determinada unidade de tempo.

Portanto, o período e a frequência são relacionados por:

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

Comprimento de onda

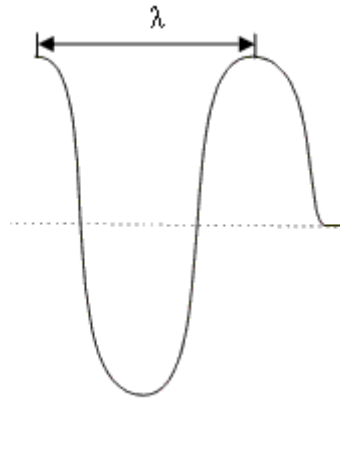


Figura 5: Comprimento de uma onda.

Velocidade de propagação de uma onda:

$$v = \lambda \cdot f$$

Tipos de sons:

Ruído, Fala, Música, Barulho e Silêncio.

Ruído: Som ou conjunto de sons, desagradáveis ao ouvido, rumor contínuo.

Música: Combinação harmoniosa e expressiva de sons.

Fala: Som produzido pelas cordas vocais.

Silêncio: Ausência total de som.

Barulho: som estrepitoso, estrondo, agitação, rumor.

O Som é uma onda mecânica que possui a intensidade e frequência necessárias para ser percebida pelo ser humano.

Uma onda mecânica é uma onda que precisa de meios materiais, como o ar ou o solo, para se propagar.

Poluição sonora

A poluição sonora refere-se ao efeito danoso provocado por sons em determinado volume que superem os níveis considerados normais para os seres humanos. Sons de qualquer natureza podem se tornar prejudiciais à saúde ou mesmo insuportáveis quando emitidos em grande volume e, nesses casos, diz-se que determinado som possui nível elevado de pressão sonora, ou elevada intensidade.

Exemplos: Meios de transporte, fogos de artifício e espetáculos musicais são exemplos de contextos nos quais é gerado um alto índice de poluição sonora.

Nesta aula veremos alguns efeitos sonoros interessantes obtidos por propriedades da onda sonora, como a reflexão da onda sonora.

Alguns efeitos:

Eco: é o som refletido que é percebido com intervalo de tempo suficiente para ser distinguido do som original.

Reverberação: Quando o intervalo de tempo não é suficiente para se distinguir o som refletido do original.

Aula 3: Vibra Som !

Objetivo.

Trabalhar com aspectos relacionados a vibração e ressonância a partir de dinâmicas e experimentação.

Conteúdo físico.

Vibração, Ressonância, Energia

Recursos instrucionais.

Lousa, Giz, Experimentos demonstrativos e Verificativos.

Dinâmica de Aula.

Apresentação de conceitos relacionados a vibração e ressonância, de modo a possibilitar os sujeitos a identificar tais conceitos na realização de experimentos

Vibração

Movimento periódico tal como a oscilação de uma partícula, sistema de partículas ou de um corpo rígido em torno de uma posição de equilíbrio.

Ressonância

A ressonância ocorre em um sistema quando o mesmo está sujeito a uma força externa contínua e periódica cuja periodicidade está diretamente relacionada com a frequência natural do sistema.

Como exemplo, podemos citar o vidro de uma janela que se quebra ao entrar em ressonância com as ondas sonoras produzidas por um avião a jato.

Experimento: Ouvindo a vibração!



Figura 6: Esquematização do experimento.

Procedimento:

Atar uma das colheres a meio do fio.

Passar as extremidades do cordão por trás das orelhas, segurando-as e tapando os ouvidos com as pontas dos dedos. Deve, em seguida, inclinar-se para frente para que a colher suspensa possa oscilar livremente.

Pedir a outro colega para dar uma pequena pancada na colher suspensa com a outra colher.

Escutar com atenção o som produzido pelo choque das colheres e que foi ouvido através do fio.

Separar a sala em duplas onde um dos alunos vai bater na colher e o outro ouvir, assim revezando e anotar o que foi que aconteceu.

Promover discussões a respeito do conceito envolvido.

E propor a seguinte questão:

Os índios norte-americanos detectavam a chegada da cavalaria dos “caras pálidas” encostando o ouvido ao chão. Será capaz de explicar por quê?

Experimento: Cano vibracional



Figura 7: Cano metálico para demonstração de ressonância.

Um cano metálico oco, que ao atritar em sua superfície começa a emitir um tipo de som, isso porque ao atritarmos o cano produzimos um certo tipo de vibração e chegamos a frequência natural do sistema fazendo ele ressoar.

Questões a serem exploradas:

Que tipo de som é produzido? Agudo ou grave? Por quê?
O som produzido pode ser classificado como ruído, barulho ou música?

Como transformar um ruído e/ou barulho em música?

Taça Ressonante



Figura 8: Taça de vidro para demonstração de ressonância.

O copo de cristal absorve a maior parte da energia provocada pelo atrito com o dedo, como faz um copo comum, e assim acaba devolvendo parte dessa energia em forma de som, assim ressoando.

Aula 4: Percepção do som.

Objetivo.

Trabalhar aspectos referentes as propriedades fisiológicas do som.

Conteúdo físico.

Frequência, Velocidade, Intensidade.

Recursos instrucionais.

Giz, Lousa, Discussão.

Dinâmica de Aula.

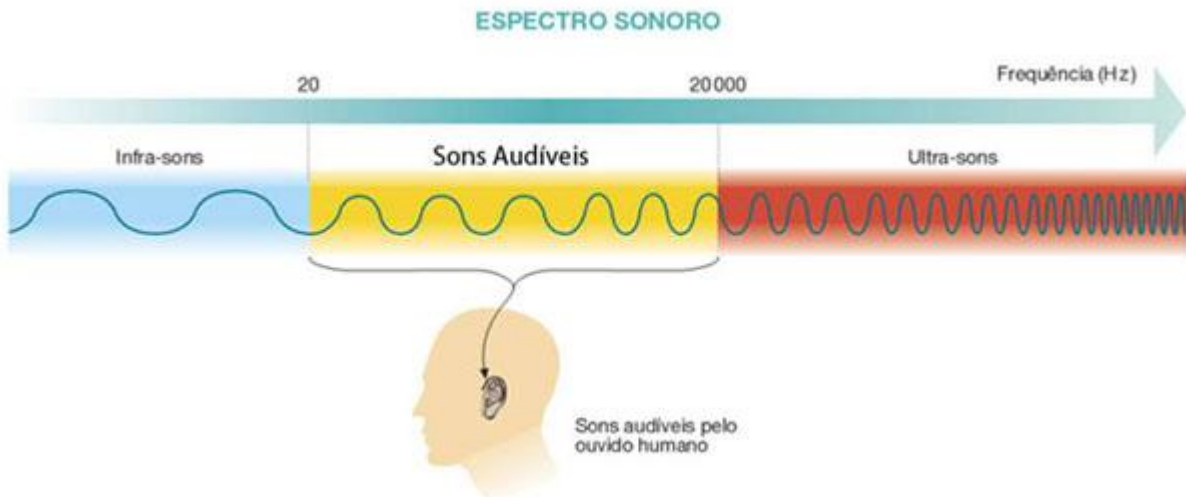


Figura 9: Espectro sonoro.

Infrassom



Figura 10: Rugido de um Tigre - Emissão de infrassom.

Infrassons são ondas sonoras extremamente graves, com frequências abaixo dos 20 Hz, portanto abaixo da faixa audível do ouvido humano que é de 20 Hz a 20.000 Hz.

Ondas infrassônicas podem se propagar por longas distâncias, pois são menos sujeitas às perturbações ou interferências que as de frequências mais altas.

Infrassons podem ser produzidos pelo vento, tornados, erupções vulcânicas e por alguns tipos de terremotos. Os elefantes são capazes de emitir infrassons que podem ser detectados a uma distância de 2 km.

É comprovado que os tigres têm a mais forte capacidade de identificar infrassons. Seu rugido emite ondas infrassônicas tão poderosas que são capazes de paralisar suas presas e até pessoas. Há mais de 50 anos é estudada uma forma de usar o infrassom em armas de guerra, já que sua potência pode destruir construções e até mesmo estourar órgãos humanos.

Ultrassom



Figura 11: Emissão de ultrassom através de um morcego.

Vibração que se propaga num meio elástico com uma frequência superior a 20.000 Hz e que é inaudível pelo sistema auditivo humano; onda ultrassônica.

Os morcegos tem a capacidade de se guiarem no escuro por meio de emissão de ultrassons. O morcego detecta os objetos com os ouvidos. Emite pulsações sonoras de altíssima frequência, milhares de ciclos acima do limite da capacidade auditiva humana. Numerosos feixes de ecos voltam ao morcego, que seleciona e analisa as informações trazidas por eles. O processo é tão rápido que o animal pode fazer ajustes de voo em frações de segundo, de forma a evitar obstáculos ou detectar aberturas. Essa técnica, chamada de ecolocalização, é também útil na procura de alimento.

O morcego pode perceber a diferença entre um inseto e um fino pedaço de papel. Pode, também, localizar a posição do inseto no espaço e segui-lo durante o voo, para capturá-lo. E uma das características mais marcantes desse sistema de orientação é o fato de um morcego conseguir distinguir o eco do sinal que ele emitiu, mesmo quando existam outros morcegos junto a ele.

Os morcegos orientam-se emitindo ultrassons com duração de alguns milissegundos, que ecoam nos obstáculos, ou em pequenos insetos e são captados por seus ouvidos. Com base no tempo decorrido até recepção dos sinais refletidos, eles avaliam a distância a que os objetos se encontram. Os ultrassons emitidos e detectados pelos morcegos são sons de alta

frequência entre 70.000 e 120.000 hertz. Estes sons não provocam sensação sonora ao atingir o ouvido de uma pessoa, que só ouve sons com frequências entre 20 hertz e 20.000 hertz.

Exemplos:

Existem aplicações tecnológicas para os sons que não somos capazes de ouvir. Uma delas é o diagnóstico por imagens feito a partir de ultrassons, os chamados exames de ultrassonografia. Nesse tipo de exame, ondas de alta frequência são direcionadas para órgãos ou fetos a serem analisados e, a partir da reflexão dessas ondas, um computador gera imagens.



Figura 12: Aplicação do ultrassom.

Sonar

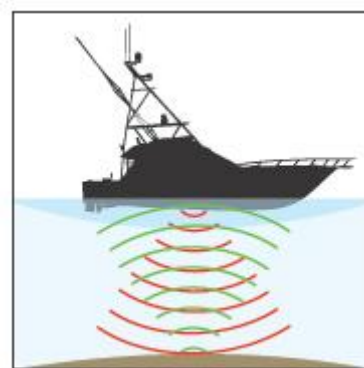


Figura 13: Emissão de um sonar a partir de uma navio.

Sonar (do inglês Sound Navigation and Ranging ou “Navegação e Determinação da Distância pelo Som”) é um instrumento inicialmente usado em época de guerra para a localização de

submarinos, mas que hoje em dia passou a ter muita utilização na navegação, na pesca, no estudo e pesquisa dos oceanos e estudos atmosféricos.

As frequências acústicas utilizadas em sistemas de sonar variam desde muito baixas (infra sônicas) até extremamente altas (ultra sônicas). Já o estudo do som subaquático é conhecido como Acústica Submarina ou Hidro acústica.

Dois tipos de tecnologia recebem o nome de sonar: Sonar Passivo, captando sons feitos por navios; e Sonar Ativo, que emite pulsos e são captados ecos. O sonar é um tipo de eco localização artificial criados pelos humanos.

Eco Localização



Figura 14: Eco localização de um golfinho.

A eco localização é uma forma de encontrar algo por meio do eco. Também chamado de biosonar, esse sistema funciona da seguinte maneira: Uma fonte de som emite determinada frequência dessa onda, que irá incidir no objeto a ser encontrado, e como as ondas têm uma propriedade que consiste na reflexão, essa onda voltará à fonte. Resumindo: Ocorre um eco. Ele é responsável por mostrar uma análise quase perfeita sobre as condições as quais o objeto se encontra, como tamanho, forma, distância, velocidade e direção. Golfinhos, morcegos, musaranhos e certas aves são exemplos de animais que usam esse recurso.

Eco localização natural



Figura 15: Emissão de ultrassom através do morcego.

Os morcegos utilizam de uma grande frequência de som emitida para localizar presas ou mesmo se situar de onde estão, pois são seres de hábitos noturnos, dificultando as ações.



Figura 16: Eco localização através do tato.

Os Musaranhos são mamíferos pequenos que possuem olhos minúsculos, e para isso têm que dispor de outras formas para localizar suas presas. Além de confiarem no tato de seus bigodes eles também utilizam da eco localização. Nesta ele usa do bocejo, emitindo ondas de ultrassom!

Curiosidades

Os sonares podem prejudicar a vida marinha. Principalmente a baleia azul, pois a frequência emitida por estes aparelhos costuma ser ultrassônica, ou seja, de altas frequências.

Um morcego, mesmo em alta velocidade, pode detectar um item da largura de um fio de cabelo nosso.

Seus pares de bigodes vibram até 20 vezes por segundo, além de determinar as características da presa.

Aula 5: Ressonância.

O conceito de ressonância foi trabalhado um pouco na segunda aula. Nesta aula veremos este conceito um pouco mais detalhado.

Objetivo.

Trabalhar o conceito de ressonância, energia e vibração de um sistema, exemplificando com fatos do dia a dia.

Conteúdo físico.

Ressonância, energia e vibração de um sistema

Recursos instrucionais.

Vídeos,

Dinâmica de Aula.

Inicia-se a aula pedindo para os alunos se dividam em grupos. Feito isso, mostra-se o vídeo da ponte de Tacoma entrando em ressonância (o link para o vídeo se encontra nos anexos logo abaixo das aulas), pedindo para cada grupo elaborar hipóteses sobre o que aconteceu com a ponte, o que pode ter causado este movimento “dançante”? Esse fenômeno acontece apenas com pontes?

A ideia aqui é levantar a concepção dos alunos sobre ressonância, vibração, energia e frequência.

Após o levantamento, pedir para eles tentarem identificar casos em que seja possível identificar a ressonância em seu dia-a-dia.

Mostrar que a ressonância está presente em mais situações do que imaginamos. Algumas possíveis situações são: O barulho que o ônibus faz ao se movimentar, uma música sendo tocada no violão, as trocas de frequências em rádios e Tvs, carro tocando música “altíssima”, na caixa torácica no corpo humano, a nossa cabeça quando falamos e escutamos.

Experimento:

Construção de uma Vuvuzela:

Materiais:

- Um cano de pvc (uns15cm é uma boa medida)
- Garrafa pet (pode ser 600 ml, 1 litro ou 2 litros)
- Fita adesiva (Durex)
- Um prego ou outro material “furante”
- Uma bexiga não furada

O primeiro passo é furar o cano de pvc à dois centímetros de uma de suas extremidades com o prego ou outro material que tenha em mãos que consiga fazer este furo. Logo após o furo, cortar o gargalo da garrafa pet de forma que ele fique justo ao cano. Encaixar o gargalo na extremidade em que está feito o furo no cano de pvc. Encaixar a bexiga nesta extremidade que está o gargalo da garrafa e o furo, deixar ela bem tensionada, para firmar a tensão recomendo passar um pouco de fita adesiva em volta da bexiga, com cuidado para não tampar o furo.

Nos anexos há um vídeo detalhado explicando como se montar esta vuvuzela, para fins de esclarecimento.

Questões a serem levantadas:

Onde está a ressonância na Vuvuzela?

Qual é o papel dela?

O que acontece quando não se consegue fazer o cano ressoar?

Complementar:

Porque construir uma Vuvuzela?

É um jeito barato, prático e divertido de vermos a ressonância.

Ao soprarmos o furinho, estamos fazendo com que o ar entre para dentro do cano. Lá dentro, o ar se depara com o gargalo da garrafa pet que possui um diâmetro um pouco menor que o diâmetro do cano de pvc, isso faz com que o ar se movimente com uma maior velocidade, atingindo nossa bexiga (que faz o papel de uma membrana). Quando o ar bate na bexiga, ele a empurra e em reação a esse estímulo (e pela força elástica da bexiga) a bexiga empurra o ar que vai passar por um espaço menor que o cano. Isso acontece várias vezes, a bexiga fica indo e voltando, indo e voltando, isso cria uma oscilação na bexiga que por sua vez cria uma oscilação no ar dentro do cano e que por sua vez passa essa oscilação para o cano que passa a vibrar, o som da vuvuzela só será escutado quando a oscilação do cano for a mesma oscilação natural do pvc. Mãos a obra!

Tentem fazer, é super bacana.

Aula 6: Efeito doppler

Objetivo.

Discutir aspectos referentes ao Efeito doppler.

Conteúdo físico.

Velocidade Relativa, Emissão de ondas, Ondas.

Recursos instrucionais.

Aula Expositiva.

Dinâmica de Aula.

Demonstração de um experimento sobre o experimento doppler. Vide o link da realização do experimento abaixo nos anexos.

Efeito Doppler

Este efeito é descrito como uma característica observada em ondas emitidas ou refletidas por fontes em movimento relativo ao observador. Para ondas sonoras, o efeito Doppler constitui o fenômeno pelo qual um observador percebe frequências diferentes das emitidas por uma fonte e acontece devido à velocidade relativa entre a onda sonora e o movimento relativo entre o observador e/ou a fonte.

Exemplo: Provavelmente você já se deparou em uma situação em que uma ambulância e/ou um carro com som ligado passa por você. Se você estiver parado quando algum dos veículos passar, repare que quando mais ele afasta de seu referencial mas o som da sirene e/ou musica se alteram.

Anexos

Link do vídeo da ressonância da ponte de Tacoma.

<https://www.youtube.com/watch?v=mfQk6ac4res>

Como fazer uma vuvuzela:

<https://www.youtube.com/watch?v=b1lFmR1sxVM>

Experimento Efeito Doppler:

<https://www.youtube.com/watch?v=iZ-svSBoaNw>

Referências

Lazzarini, V. E. P. Elementos de Acústica. Music Department, National University of Ireland, Maynooth.

Sá, M. Psicoacústica: A viagem do som na mente. Disponível em <<http://www.backstage.com.br/>> Acesso em Junho de 2016.

Disponível em <<http://www.infoescola.com/fisica/acustica/>> Acesso em Junho de 2016.

Disponível em <http://www.prof2000.pt/users/gracsantos/netmag/exper_som.htm> Acesso em Junho de 2016.

Disponível em <<http://bancodeatividades.blogspot.com.br/2009/11/plano-de-aula-som-e-movimento.html>> Acesso em Junho de 2016.

Disponível em <<http://www.sobiologia.com.br/conteudos/FisiologiaAnimal/sentido6.php>> Acesso em Junho de 2016.

Disponível em <<http://www.mundofisico.joinville.udesc.br/index.php?idSecao=8&idSubSecao=&idTexto=195>> Acesso em Junho de 2016.

Disponível em <<http://www.explicatorium.com/cfq-8/ouvido-humano.html>> Acesso em Junho de 2016.

Disponível em <<http://andreiasofias7.blogspot.com.br/2011/06/ecolocalizacao.html>> Acesso em Junho de 2016.

Disponível em <<http://alimenteminhamente.blogspot.com.br/2014/11/o-que-e-ecolocalizacao.html>> Acesso em Junho de 2016.

Disponível em <http://anibalroque.com.br/ecolocalizacao-ou-bio-sonar_visao-sonica.htm>
Acesso em Junho de 2016.

Disponível em <http://www.aulas-fisica-quimica.com/8f_07.html> Acesso em Junho de 2016.

Método de Teoria e Solfejo da Congregação Cristã no Brasil - págs. 7-9.