



4 O que o som e a luz têm em comum?

AULA 04

REDE VICENTINA DE EDUCAÇÃO

Vamos JUNTOS

COLÉGIO VICENTINO SÃO JOSÉ

PARA INÍCIO DE CONVERSA

1. Repare que a plateia na arquibancada está quase toda vermelha. Por que isso ocorre? Como esse efeito é produzido?
2. Todas as pessoas na arquibancada escutam a explosão dos fogos de artifício ao mesmo tempo? Explique sua resposta.
3. O que é luz? Existem luzes diferentes?

REDE VICENTINA DE EDUCAÇÃO

Vamos JUNTOS

COLÉGIO VICENTINO SÃO JOSÉ

As ondas

Quando você escuta a palavra **onda**, o que lhe vem à mente? Talvez você pense no mar e nas ondas quebrando na praia. Para a Ciência, as ondas vão muito além disso: instrumentos musicais, lâmpadas, aparelhos de raios X, equipamentos de som, radares e muitos outros objetos têm seu funcionamento intimamente relacionado às ondas, como veremos ao longo desta Unidade. Para iniciarmos o estudo desse assunto, observe a demonstração comentada a seguir e, se possível, tente reproduzi-la.

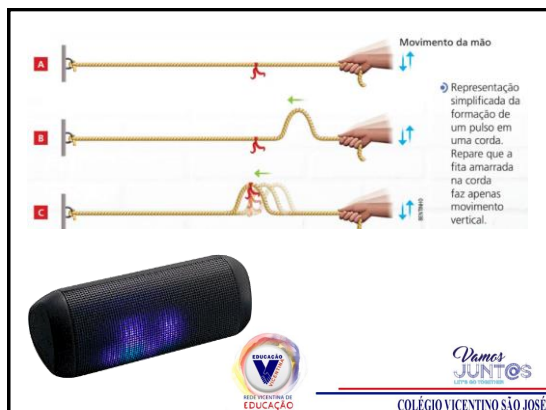
Supondo que você segura a ponta de uma corda completamente esticada, que tem a outra ponta amarrada em um ponto fixo, na parede. Se você mover sua mão rapidamente para cima e para baixo, retornando à posição inicial, notará que se forma uma perturbação na corda, um **pulso**.

Embora o pulso se propague para a frente, em um movimento horizontal, os diversos pontos da corda realizam apenas um movimento vertical. Podemos dizer que, embora o pulso transporte a energia que a sua mão lhe forneceu, ele não transporta matéria.

REDE VICENTINA DE EDUCAÇÃO

Vamos JUNTOS

COLÉGIO VICENTINO SÃO JOSÉ



Movimento da mão

Representação simplificada da formação de um pulso em uma corda. Repare que a fita amarrada na corda faz apenas movimento vertical.

REDE VICENTINA DE EDUCAÇÃO

Vamos JUNTOS

COLÉGIO VICENTINO SÃO JOSÉ

Se você repetir ininterruptamente o movimento que fez para gerar o pulso, observará que se forma uma série contínua de pulsos na corda. Fenômenos como esse, que consistem em perturbações periódicas que se propagam sem transportar matéria, recebem o nome de **ondas**.

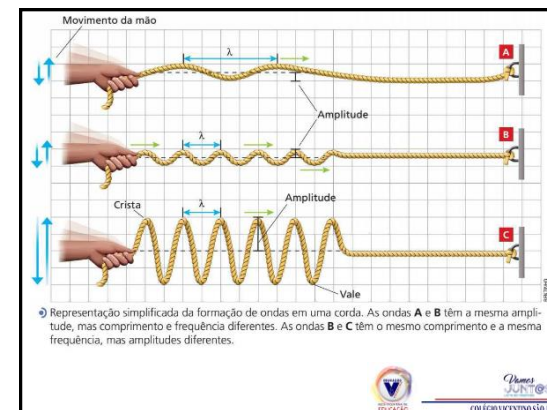
Para o estudo das ondas, é importante conhecermos algumas de suas principais características. Conforme a onda se propaga, os pontos da corda se deslocam verticalmente; o ponto mais alto desse movimento é a **crista** da onda, enquanto o ponto mais baixo é o **vale**.

A distância entre a crista ou o vale até o ponto de equilíbrio corresponde à **amplitude** da onda. A distância entre duas cristas consecutivas (ou dois vales) é chamada **comprimento de onda**, que é representado pela letra grega lambda minúscula (λ).

REDE VICENTINA DE EDUCAÇÃO

Vamos JUNTOS

COLÉGIO VICENTINO SÃO JOSÉ



Movimento da mão

Representação simplificada da formação de ondas em uma corda. As ondas **A** e **B** têm a mesma amplitude, mas comprimento e frequência diferentes. As ondas **B** e **C** têm o mesmo comprimento e a mesma frequência, mas amplitudes diferentes.

REDE VICENTINA DE EDUCAÇÃO

Vamos JUNTOS

COLÉGIO VICENTINO SÃO JOSÉ

O tempo que um ponto na corda leva para completar um movimento vertical (saída da crista e retornando a ela, por exemplo) chama-se **período** da onda. O número de vezes por segundo que um ponto da corda completa o movimento vertical corresponde à **frequência** da onda. A frequência é medida em hertz (Hz), em homenagem ao físico alemão Heinrich Rudolf Hertz (1857-1894), que realizou importantes estudos sobre as ondas, como veremos. Um hertz (1 Hz) corresponde a uma repetição por segundo. Matematicamente, dizemos que o período é igual ao inverso da frequência:

$$\text{período} = \frac{1}{\text{frequência}}$$

Por exemplo, se você realizar dois movimentos completos a cada segundo, a onda terá frequência de 2 Hz e período de 0,5 s. Se completar 3 movimentos por segundo, a onda terá frequência de 3 Hz e período de 0,33 s.

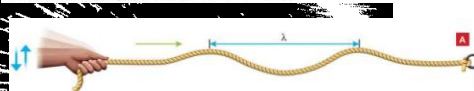


Vamos JUNTOS
COLÉGIO VICENTINO SÃO JOSÉ

Tipos de onda

As ondas podem ser classificadas de acordo com diferentes critérios. Levando em conta a direção de propagação e a direção de oscilação, por exemplo, as ondas podem ser transversais ou longitudinais.

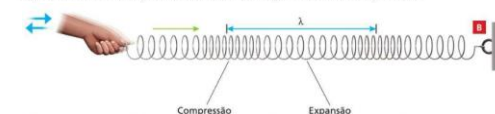
Em uma **onda transversal**, a perturbação oscila de maneira perpendicular à propagação. É o caso da onda produzida na corda: a oscilação dos pontos é vertical, enquanto a propagação dos pulsos é horizontal.



Representação simplificada de uma onda transversal (A)

Vamos JUNTOS
COLÉGIO VICENTINO SÃO JOSÉ

Em uma **onda longitudinal**, a oscilação e a propagação têm a mesma direção. Imagine que, em vez de uma corda, você segure uma mola e, em vez de movimentos verticais, faça movimentos de "vai e vem", para a frente e para trás. Você poderá notar que se forma uma sequência contínua de pulsos na mola, assim como ocorre com a corda. No caso da mola, porém, não há cristas ou vales; existem zonas de **compressão** e **expansão** (ou rarefação). A crista das ondas longitudinais corresponde à região de maior compressão, e o vale, à região de maior expansão.



Representação simplificada de uma onda longitudinal (B mesmo comprimento).



Vamos JUNTOS
COLÉGIO VICENTINO SÃO JOSÉ

Transverse Wave

Longitudinal Wave



Vamos JUNTOS
COLÉGIO VICENTINO SÃO JOSÉ

De acordo com o meio em que se propagam, as ondas podem ser classificadas em mecânicas ou eletromagnéticas. As **ondas mecânicas** dependem de um meio material para se propagar. É o caso dos exemplos que analisamos aqui, que se propagam pela corda ou pela mola. O som é outro caso de onda mecânica: ele se propaga pelo ar, pela água e por outros materiais. No vácuo, isto é, na ausência de matéria, o som não é capaz de se propagar.

Isso não ocorre com as **ondas eletromagnéticas**, que não dependem de um meio material para se propagar. A energia solar que chega à Terra, por exemplo, se propaga por ondas eletromagnéticas que atravessam o espaço, no vácuo.

ATIVIDADES



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

COLÉGIO VICENTINO SÃO JOSÉ

O som

O **som** é uma sensação que temos quando as **ondas sonoras** são captadas pelas orelhas e interpretadas pelo cérebro. As ondas sonoras são ondas mecânicas, isto é, dependem de um meio material – como o ar ou a água – para se propagar. São também ondas longitudinais, pois as oscilações (compressões e expansões) ocorrem na mesma direção que a propagação da onda.

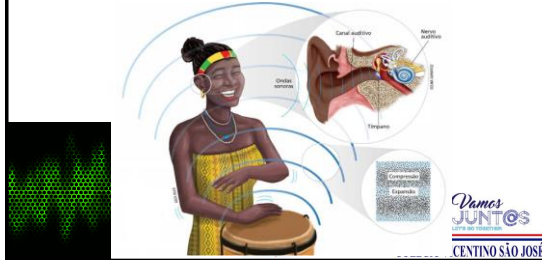
As ondas sonoras se propagam em todas as direções – por esse motivo, conseguimos ouvir duas pessoas conversando em uma sala, mesmo que não estejamos de frente para elas. Vamos analisar um exemplo: quando a corda de um violão é tocada, ela passa a vibrar. Esse movimento gera perturbações no ar, criando zonas de compressão e expansão que se propagam pelo ambiente em todas as direções, afastando-se da fonte do som. Ao atingir o sistema auditivo de uma pessoa, as ondas sonoras fazem a membrana timpânica vibrar, gerando impulsos nervosos que são transmitidos pelo nervo auditivo para o cérebro, onde o som é interpretado. Ondas sonoras com características diferentes são interpretadas como sons diferentes, como veremos mais adiante.



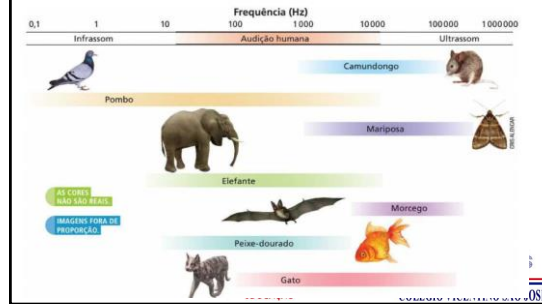
COLÉGIO VICENTINO SÃO JOSÉ

Enquanto se propagam pelo ar, as ondas sonoras provocam a movimentação das moléculas de gases. Nas zonas de compressão, as moléculas ficam mais concentradas; nas zonas de expansão, ficam mais rarefeitas.

- ➔ Representação simplificada da produção do som. Quando é golpeada, a membrana do tambor vibra e transfere essa vibração para o ar, originando ondas sonoras. (A) Detalhe da chegada das ondas sonoras à orelha. (B) Representação das zonas de compressão e expansão do ar; os pontinhos representam as moléculas que compõem os gases do ar.



O conjunto de todas as frequências possíveis para as ondas sonoras compõe o **espectro sonoro**. O sistema auditivo humano é capaz de captar ondas sonoras com frequência entre 20 Hz e 20 000 Hz, que compõem o **espectro audível**. Abaixo dessa faixa, existe o chamado **infrassom** ou subsom; acima dela, o **ultrassom**. Outros animais conseguem ouvir faixas diferentes do espectro sonoro, como mostra o esquema.



Muitos animais são também capazes de produzir sons no espectro do infrassom e do ultrassom para se comunicar. Mamíferos aquáticos como golfinhos e baleias, por exemplo, utilizam uma ampla faixa do espectro sonoro para se comunicar. Como a visibilidade nos oceanos é pequena, a audição torna-se um sentido crucial para a comunicação e a sobrevivência desses animais.

Ao longo da vida, a faixa do espectro sonoro que as pessoas conseguem ouvir vai diminuindo. Esse é um processo natural, decorrente da deterioração do sistema auditivo. A maior parte das pessoas com 24 anos de idade ou mais perde a capacidade de ouvir sons com frequência maior que 17,4 kHz. Acima dos 50 anos, sons com frequência de 12 kHz ou mais são inaudíveis para a maioria das pessoas. Além dessa perda normal, hábitos como ouvir música em volumes elevados ou não cuidar corretamente da higiene auricular podem provocar danos irreversíveis ao sistema auditivo e, conseqüentemente, acelerar ou agravar a perda auditiva.



- ➔ Médicos aconselham a não utilizar hastes flexíveis no canal auditivo, pois elas podem danificar estruturas do sistema auditivo. A produção natural de cera é geralmente suficiente para manter o canal auditivo livre de sujeira.



Propriedades do som

Os sons podem variar de acordo com diversas características. Vamos conhecer algumas delas.

Velocidade de propagação

A **velocidade** das ondas sonoras depende do meio em que se propagam. De maneira geral, esse processo é favorecido quando as partículas que constituem o meio estão mais próximas e mais aderidas entre si. Dessa forma, a velocidade do som é maior nos sólidos e menor nos gases. No ar, o som se propaga a aproximadamente 340 m/s; nas rochas, esse valor pode chegar a 6000 m/s. Na água em estado líquido, a velocidade do som é de aproximadamente 1500 m/s.



- ➔ O som se propaga muito mais rápido no metal do que no ar. Dessa forma, a pessoa escuta primeiro o som transportado pela barra e, em seguida, o som transportado através do ar.

Altura

A **altura** diz respeito à frequência das ondas sonoras: sons altos são aqueles com frequências elevadas, que são percebidos como **agudos**; é o caso de um assobio ou do miado de um gato. Sons com frequências baixas são percebidos como **graves** — o trovão é um exemplo.

Quanto mais alta for a frequência do som, menor será o comprimento de onda — considerando ondas sonoras viajando no mesmo meio e, portanto, com a mesma velocidade. Os sons muito agudos, com frequência acima de 7000 Hz, são desagradáveis para a maioria das pessoas.

- ➔ O diapasão é um objeto de metal usado na afinação de instrumentos musicais. Ao ser batido, ele vibra sempre na mesma frequência — 440 Hz na maioria dos modelos, o que corresponde à nota musical Lá.



Intensidade

A **intensidade** das ondas sonoras é o que, cotidianamente, chamamos de volume do som. Ela está relacionada à quantidade de energia que a onda transporta: quanto mais intenso, maior é a quantidade de energia transportada. Pense no seguinte exemplo: se você bater palmas com pouca força, produzirá um som fraco, de baixa intensidade. Se bater palmas com mais força, produzirá sons mais intensos.



No Sistema Internacional de Unidades, a intensidade sonora é medida em bels (B); para as situações cotidianas, porém, utiliza-se mais o **decibel** (dB), que corresponde a um décimo de bel. A exposição a ruídos de intensidade elevada é prejudicial à saúde do nosso sistema auditivo e pode levar a perdas graduais da audição ou mesmo a lesões irreversíveis. Na legislação trabalhista brasileira, são consideradas **insalubres** as atividades com exposição a ruído acima de determinados limites de intensidade e tempo, como mostra o quadro. Acima desses limites, é grande o risco de lesão auditiva irreversível.

Insalubre: capaz de prejudicar a saúde.

Intensidade do som	Limite diário de tempo
85 dB	8 horas
95 dB	2 horas
100 dB	1 hora
105 dB	30 minutos
110 dB	15 minutos
115 dB	7 minutos

Fonte: BRASIL. Ministério do Trabalho. NR 15 - Atividades e operações insalubres: anexo I: limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR15/NR15-ANEXO1.pdf>>. Acesso em: 9 out. 2018.



Vamos Juntos
COLEGIO VICENTINO SÃO JOSÉ



Timbre

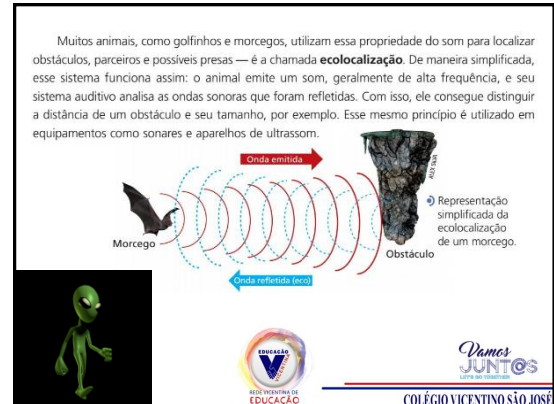
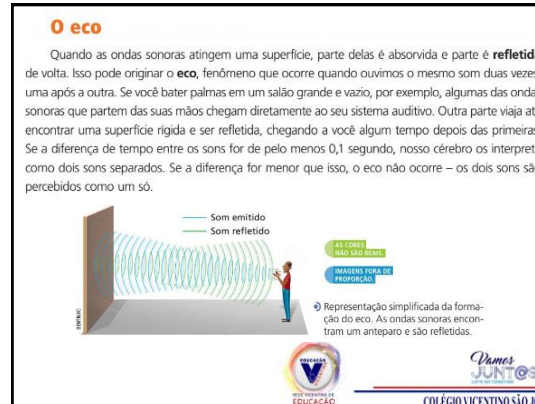
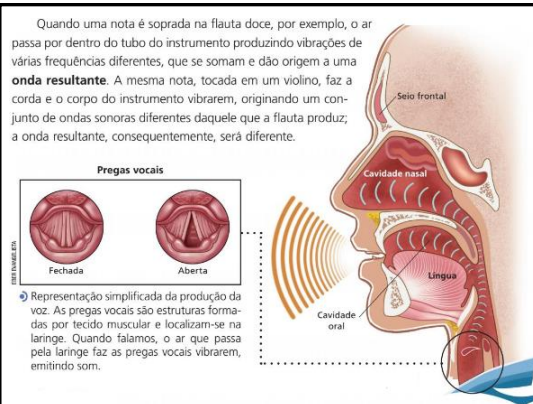
Ao ouvir uma música, é possível distinguir os instrumentos apenas pelos sons que cada um produz. Isso se deve ao **timbre**, característica que permite diferenciar dois sons de mesma altura, mas produzidos por fontes diferentes. As diferenças de timbre existem porque o som produzido por cada instrumento musical é resultado da combinação de diversas ondas sonoras diferentes.



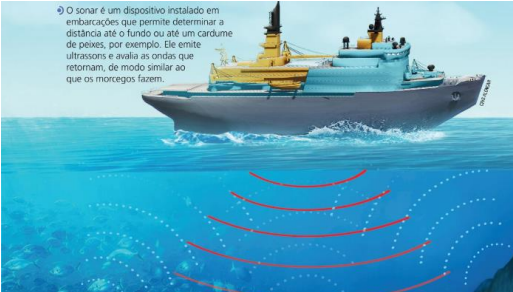
➔ Cada pessoa tem um timbre de voz, e é por isso que conseguimos reconhecê-las apenas usando a audição. Na fotografia, grupo do Zimbábue cantando em Bath (Inglaterra), 2009.



Vamos Juntos
COLEGIO VICENTINO SÃO JOSÉ



9) O sonar é um dispositivo instalado em embarcações que permite determinar a distância até o fundo ou até um cardume de peixes, por exemplo. Ele emite ultrassons e avalia as ondas que retornam, de modo similar ao que os morcegos fazem.





COLÉGIO VICENTINO SÃO JOSÉ

Referência Bibliográficas

HIRANAKA, R. A. B., M. B. M. L. A. C. A. J. A. C. A. T. M. A. A. Evoluir ciências. 1. ed., São Paulo: FTD, 2019.

Imagens dos slides Disponível em <http://images.google.com/> Acesso em 16 de fevereiro de 2020.





COLÉGIO VICENTINO SÃO JOSÉ