

## TEXTO DE APOIO - ONDULATÓRIA

<http://www.fisicar.hpg.ig.com.br/ondas.htm>

### O que é onda?

Quando eu coloco uma fila de dominós, por exemplo, e derrubo o primeiro, eu posso dizer que causei uma perturbação **somente** no primeiro dominó. Mas você sabe que todos os outros irão cair em seguida. Este é o famoso "efeito dominó". Podemos ver neste caso o que é uma perturbação se propagando de um lugar para o outro. **A perturbação causada no primeiro dominó chegou até o último, derrubando-o, apesar de cada dominó não ter saído da sua posição inicial.** Note também que somente a **energia** aplicada ao primeiro dominó chegou até a última peça. A perturbação transportou, portanto, somente **energia**.

O que acontece na onda é mais ou menos isso. Uma perturbação é causada, por alguém ou por alguma fonte, e esta perturbação propaga-se de um ponto para o outro na forma de **pulsos**. Veja alguns exemplos:

- Uma pessoa movimentada a extremidade de uma corda, e a perturbação propaga-se até a outra extremidade;
- Um terremoto no fundo do mar causa uma perturbação nas águas do oceano, e esta perturbação propaga-se até encontrar algum continente, causando ondas gigantes conhecidas como **Tsunamis**. Estas ondas causam muita destruição quando chegam às praias;
- Um alto falante causa uma perturbação nas moléculas de ar, e esta perturbação propaga-se até nossos ouvidos permitindo que possamos ouvir o som gerado pelo mesmo;

Como já vimos, **chamamos de pulso uma perturbação que se propaga, e damos o nome de onda a uma seqüência de pulsos periódicos.**

### Ondas mecânicas e eletromagnéticas

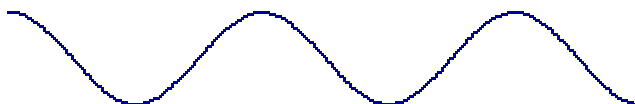
**Ondas mecânicas** são aquelas que **precisam de um meio material para poder se propagar**. A perturbação causada no dominó somente se moveu por causa dos dominós, sem eles ela nem existiria. Como exemplo temos as ondas no oceano, o som etc. Todas são perturbações causadas em meios materiais. Já as **ondas eletromagnéticas não precisam necessariamente de meios materiais** para irem de um lugar para o outro. **A perturbação é causada em campos eletromagnéticos** e se propaga através deles. A luz é um bom exemplo deste tipo de onda. Note que a luz do Sol chega até nós mesmo existindo vácuo no espaço. Outros exemplos de ondas eletromagnéticas são as microondas, as ondas de rádio etc.

Basicamente existem dois tipos de ondas, as **ondas transversais** e as **longitudinais**. Vamos ver as diferenças que existem entre elas.

### Ondas Transversais

Esta onda tem a forma que vemos na figura abaixo. Será que você consegue imaginar uma situação onde ela ocorra?

Uma onda no mar ou uma corda balançando possuem esta aparência. A característica principal deste tipo de onda é a seguinte:



**"Uma onda que está se propagando da esquerda para a direita, na horizontal, mas que qualquer ponto da corda move-se para cima e para baixo, na vertical, fazendo com que a direção de propagação da onda seja perpendicular, isto é, formando um ângulo de 90° com a direção de oscilação de qualquer ponto sobre a corda, atribuímos o nome de onda transversal"**

Vamos analisar um exemplo para que possamos entender melhor as ondas transversais.

Imagine uma praia com ondas. É fácil perceber que uma onda possui certa velocidade, e que ela inicia seu movimento no oceano vindo quebrar na praia. É claro, portanto, que elas podem mover-se de um lugar para o outro. Se você estiver dentro da água, e uma onda passar por você antes dela "estourar", que movimento seu corpo irá realizar? Pense bem antes de responder.

Isso mesmo, seu corpo irá subir e depois descer. Se a onda ainda não estourou você não conseguirá acompanhá-la, a direção do seu movimento é diferente da direção do movimento dela. Ela vai para frente enquanto você sobe e desce. Ondas que fazem isso são conhecidas como **ondas transversais**.

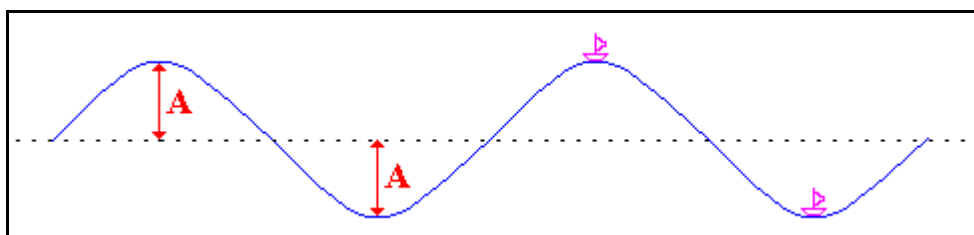
### Ondas longitudinais

Este tipo de onda move-se na mesma direção de oscilação dos corpos que estejam em seu caminho. O exemplo mais comum é a onda sonora.

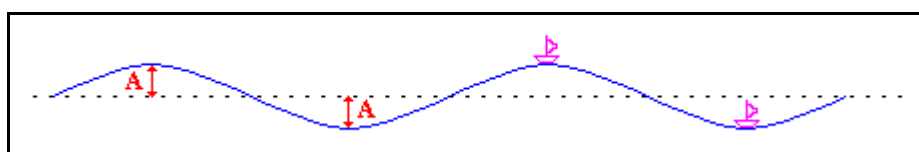
## Características das ondas

### Amplitude

Imagine um barquinho no oceano, e imagine que uma onda passe por ele (uma onda que ainda não "estourou", logicamente). **Obviamente o barquinho irá subir e descer**. Pois bem, a amplitude da onda que passou pelo barquinho é dada pelo quanto ele subiu ou desceu. Se por exemplo o barquinho subiu 5 cm, dizemos que a **amplitude** da onda que passou por ele é de 5 cm. Veja o desenho.



Note que no primeiro exemplo a **amplitude** da onda que faz com que o barquinho suba e desça é **maior** que a amplitude da onda mostrada no segundo exemplo.



O ponto **mais alto** da onda chama-se **crista**, e o ponto **mais baixo** denomina-se **vale**. Ao lado você pode ver um barquinho na crista da onda e o outro no vale.

## Velocidade

Meio material	velocidade (m/s <sup>2</sup> )
ar (0°C ; 1 atm)	331
hidrogênio (idem)	1284
água (20°C)	1482
granito	6000
alumínio	6420

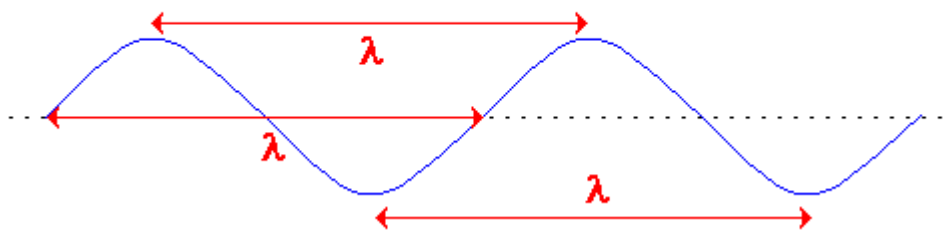
Este conceito não é difícil de entender. Toda onda possui uma velocidade de propagação. Geralmente a velocidade da onda depende muito do meio material onde ela está se movendo. A tabela ao lado permite que você possa comparar, por exemplo, a velocidade do som em diferentes meios.

Analisando a tabela responda rápido à seguinte pergunta: Viajando em qual meio material o som chega antes aos seus ouvidos? Água ou ar?

Para calcularmos estas velocidades médias basta usarmos o que já sabemos de cinemática. **Precisamos somente dividir a distância percorrida pelo pulso da onda pelo tempo.**

## Comprimento de onda ( $\lambda$ )

As 3 maneiras de se medir o comprimento de onda



O **comprimento de onda**, representado pela letra  $\lambda$  (lâmbda), mede a distância entre **duas cristas consecutivas** da mesma onda, ou então a distância entre **dois vales consecutivos** da mesma onda.

Além destas duas maneiras existe mais uma que você pode utilizar para determinar qual é o comprimento de onda de uma onda. Tente descobrir observando o desenho acima.

## Período (T)

O **período** de uma onda é o tempo que se demora para que uma onda seja criada, ou seja, para que um comprimento de onda,  $\lambda$ , seja criado. O período é representado pela letra **T**.

## Frequência (f)

A **frequência** representa quantas oscilações completas\* uma onda dá a cada segundo.

\* Uma oscilação completa representa a passagem de **um comprimento de onda** -  $\lambda$  .

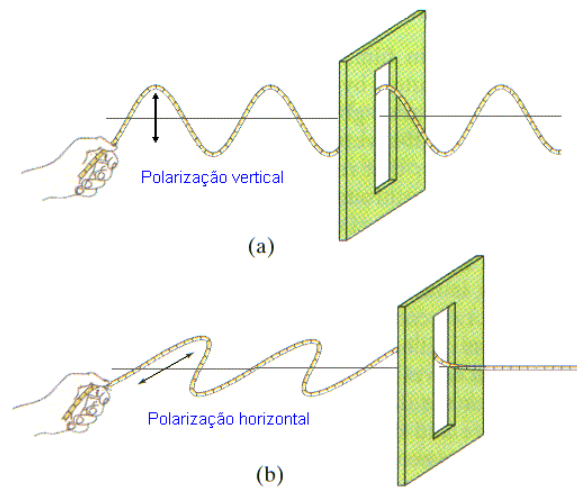
Se por exemplo, dois comprimentos de onda passarem pelo mesmo ponto em um segundo, dizemos que a onda oscilou duas vezes em um segundo, representando que a frequência dela é de **2 Hz**.

**Obs: Hertz (Hz)** significa **ciclos por segundo**.

A relação entre **frequência** e **período**, que é muito importante no estudo das ondas, é dada pela expressão ao lado.

## Polarização

Uma propriedade das ondas planas, sejam elas mecânicas ou eletromagnéticas, muito importante e útil, é que ela pode ser polarizada. Para ver o que isto significa, examinaremos ondas mecânicas produzidas em cordas, isto facilitará a compreensão do conceito de polarização. Podemos fazer uma corda vibrar numa dada direção, como por exemplo paralelo ou perpendicular ao plano formado pela fenda da figura abaixo. Em ambos casos a onda é dita ser plano-polarizada, isto é, as oscilações ocorrem um plano específico. Agora, se colocamos um obstáculo contendo uma fenda vertical no caminho da onda, observamos que uma onda verticalmente polarizada passará (a), enquanto a horizontalmente polarizada não passará (b). Contrariamente, se uma for usado uma fenda horizontal, a onda polarizada não passará. Note que polarização somente pode existir para ondas transversas e não para ondas longitudinais como as ondas sonoras.



Assim, podemos entender porque a porta do forno de microondas possui uma grade interposta, que não permite a passagem das ondas eletromagnética geradas dentro do forno, mas nos permite ver a luz dentro do forno, que também é uma onda eletromagnética, porém a diferença básica é que a luz possui um comprimento de onda muito pequeno, passando facilmente pelo "buracos" da grade.

Abaixo segue uma figura que representa o espectro eletromagnético, classificando os diferentes tipos de ondas eletromagnéticas segundo sua frequência e comprimento de onda.

