

# Ondulatória

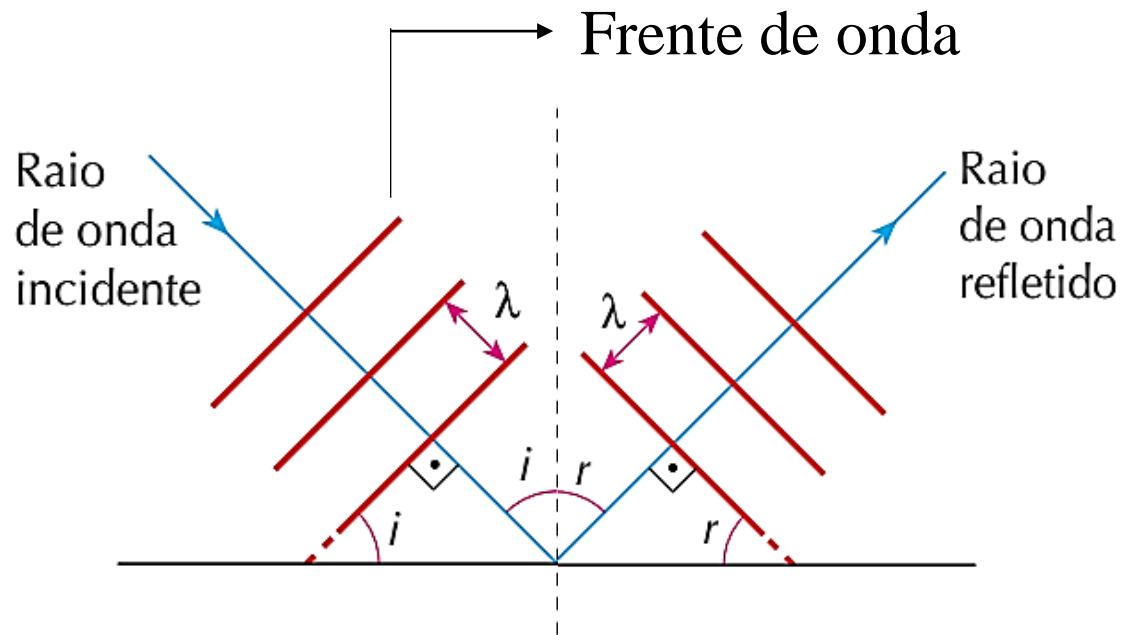
## **Fenômenos Ondulatórios**

# Principais fenômenos ondulatórios

- Reflexão
- Refração
- Difração
- Interferência
- Polarização (somente em ondas transversais)

# Reflexão

Sempre que atinge um obstáculo ou uma fronteira de separação entre dois meios, uma onda pode, total ou parcialmente, retornar para o meio em que estava se propagando. Esse fenômeno é denominado **reflexão**.



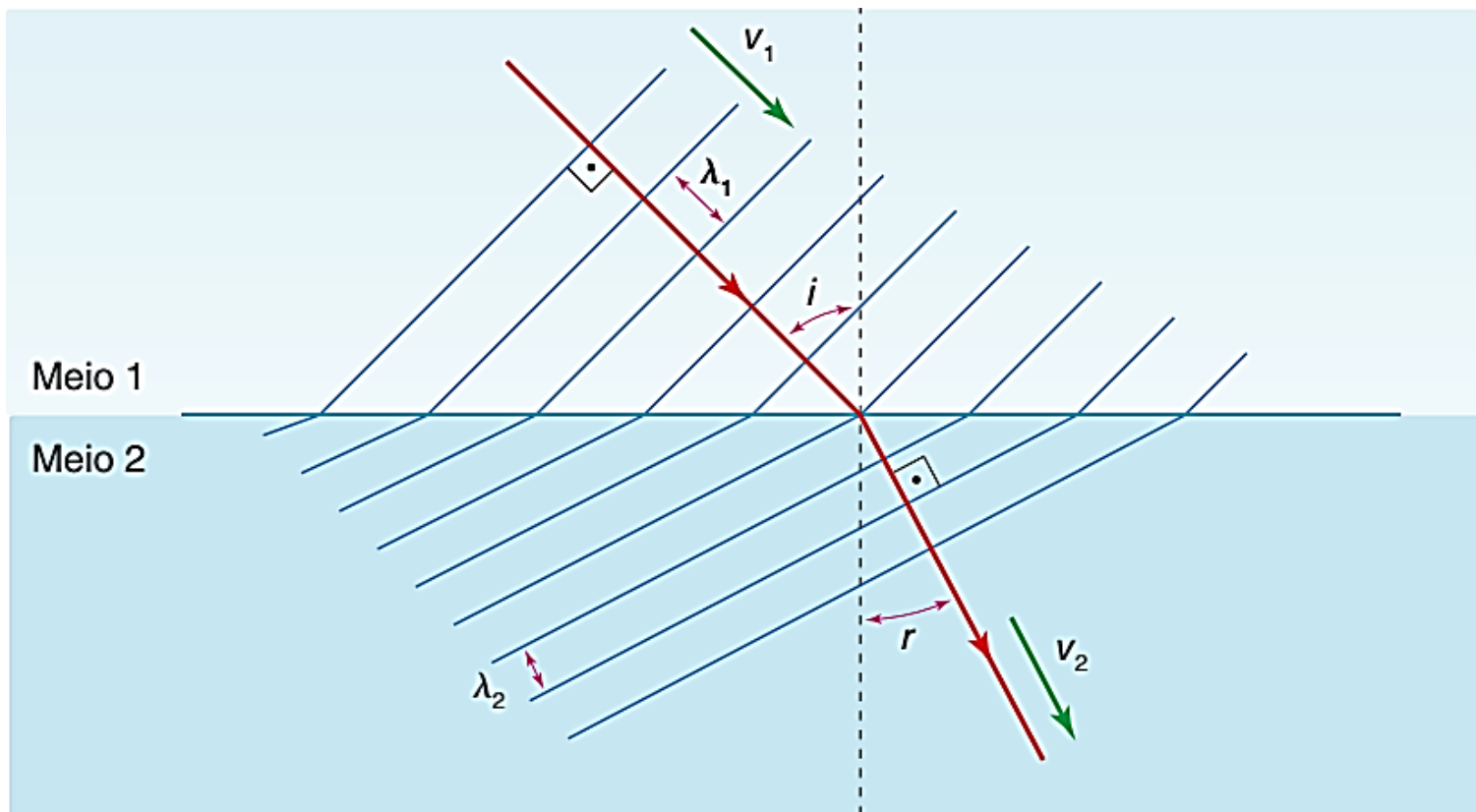
$$i = r$$

(lei de reflexão das ondas)

Na reflexão:  $v$ ,  $\lambda$  e  $f$  permanecem **constantes**.

# Refração

passagem da onda de um meio para outro, no qual sua velocidade se altera.



Dependendo de como incide na fronteira de separação dos dois meios, a onda pode sofrer um **desvio de sua direção** de propagação.

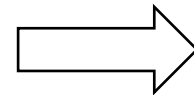
## Comportamento de $v$ , $\lambda$ e $f$ na refração

Meio 1	Meio 2
$v_1$	$v_2$
$\lambda_1$	$\lambda_2$
$f_1$	$f_2$

A frequência de uma onda depende apenas da fonte, portanto, na refração  **$f$  permanece constante.**

$$f_1 = f_2 = f$$

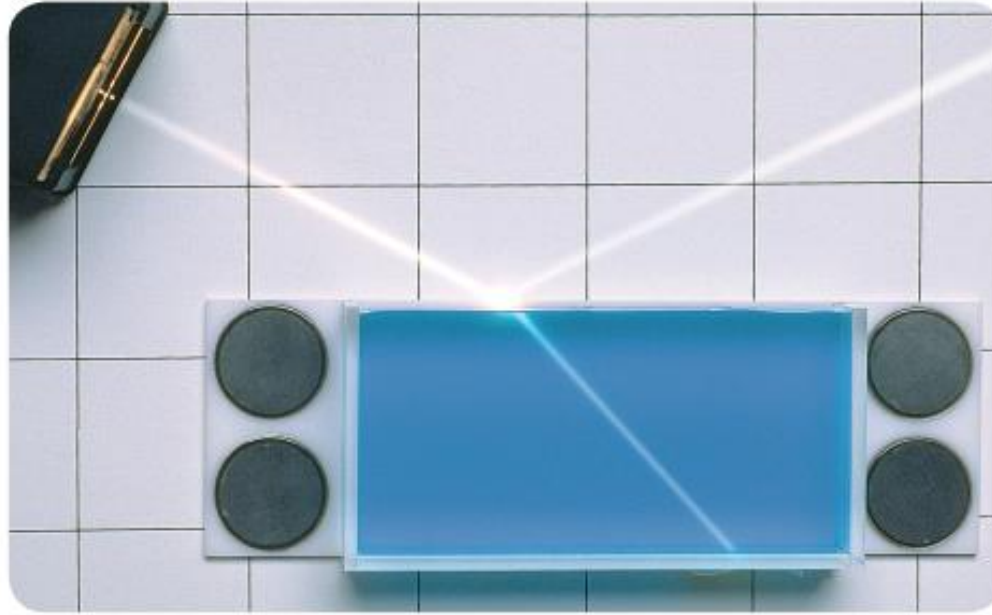
$$\left\{ \begin{array}{l} v_1 = \lambda_1 \cdot f \\ v_2 = \lambda_2 \cdot f \end{array} \right. \Rightarrow \begin{array}{l} f = \frac{v_1}{\lambda_1} \\ f = \frac{v_2}{\lambda_2} \end{array}$$



$$\frac{v_1}{\lambda_1} = \frac{v_2}{\lambda_2}$$

“ Na refração, a velocidade e o comprimento de onda variam proporcionalmente.”

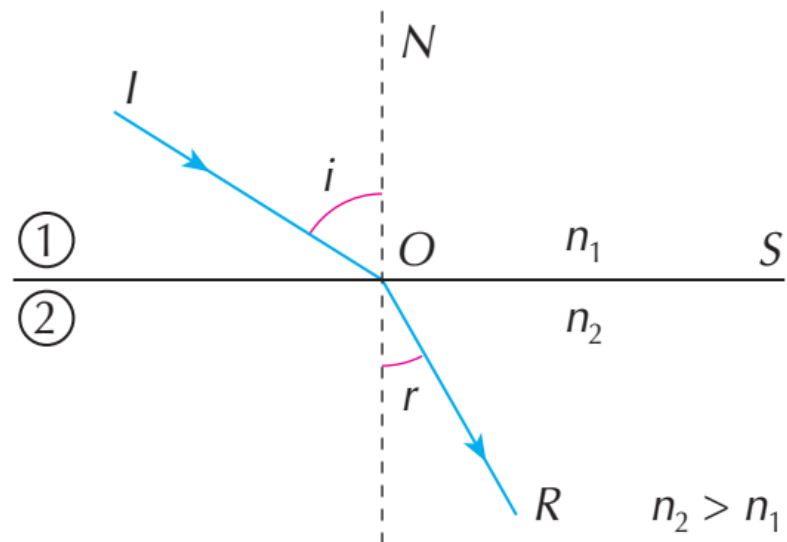
# Refração luminosa



O **índice de refração absoluto**  $n$  de um meio, para determinada luz monocromática, é a razão entre a velocidade da luz no vácuo ( $c$ ) e a velocidade da luz no meio em questão ( $v$ ):

$$n = \frac{c}{v}$$

# Leis da refração



## 1ª lei:

O raio incidente I, o raio refratado R e a normal N à superfície de separação S pertencem ao mesmo plano.

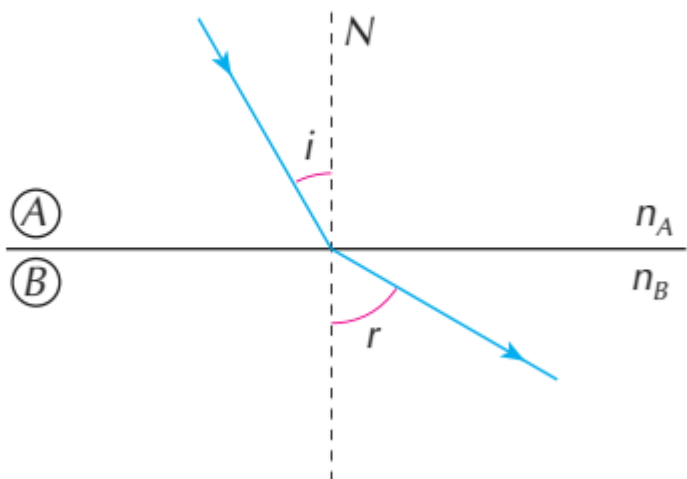
## 2ª lei ou lei de Snell-Descartes:

Para cada par de meios é constante o produto do seno do ângulo que o raio forma com a normal e o índice de refração do meio em que o raio se encontra.

$$n_1 \cdot \sin i = n_2 \cdot \sin r$$

**Exemplo:** Um raio luminoso, ao passar de um meio A para um meio B, forma com a normal à superfície de separação ângulos respectivamente iguais a  $30^\circ$  e  $60^\circ$ . O meio B é o ar, cujo índice de refração absoluto é 1,0 e no qual a luz se propaga com velocidade de  $3,0 \cdot 10^8$  m/s. Determine o índice de refração do meio A e a velocidade da luz nesse meio. (dados:  $\sin 30^\circ = \frac{1}{2}$ ;  $\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$ )

**Solução:**



$$n_A \cdot \sin i = n_B \cdot \sin r \quad \Rightarrow \quad n_A \cdot \sin 30^\circ = 1,0 \cdot \sin 60^\circ$$

$$n_A \cdot \frac{1}{2} = 1,0 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \quad \Rightarrow \quad n_A = \sqrt{3}$$

**Dados:**

$$i = 30^\circ$$

$$r = 60^\circ$$

$$n_B = 1,0$$

$$n_A = ?$$

$$v_A = ?$$

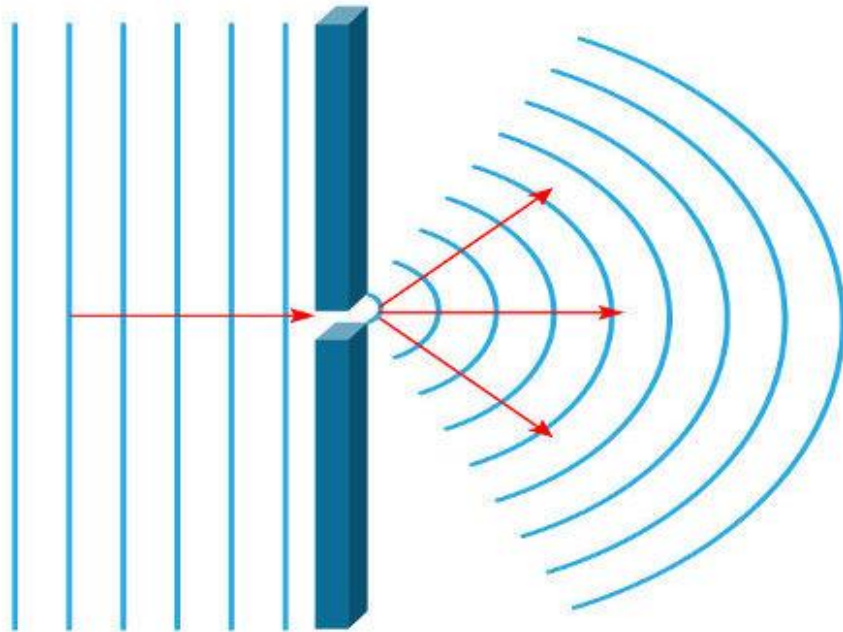
$$n_A = \frac{c}{v_A} \quad \Rightarrow \quad \sqrt{3} = \frac{3,0 \cdot 10^8}{v_A} \quad \Rightarrow \quad v_A = \frac{3,0 \cdot 10^8}{\sqrt{3}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{3}}$$

$$v_A = \sqrt{3} \cdot 10^8 \text{ m/s}$$



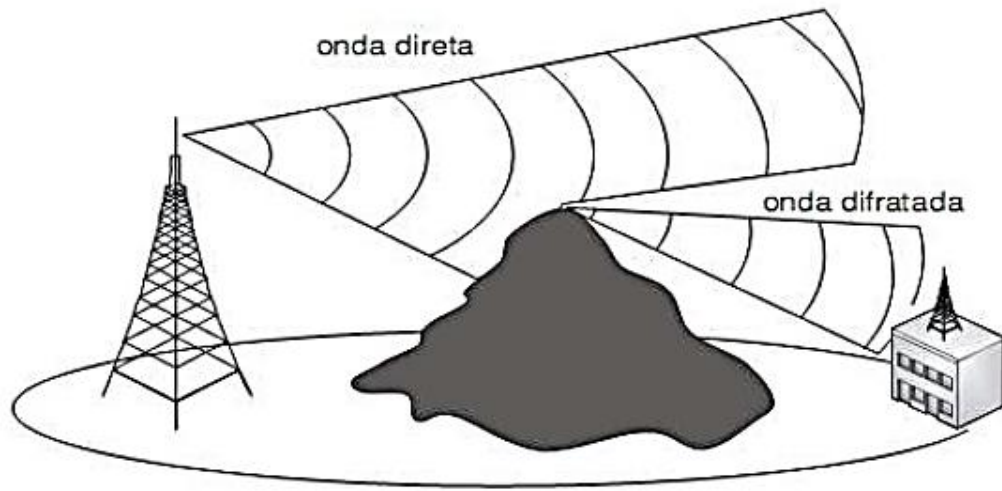
# Difração

É o nome dado à capacidade que uma onda apresenta de **contornar obstáculos** ou de **passar por fendas**.

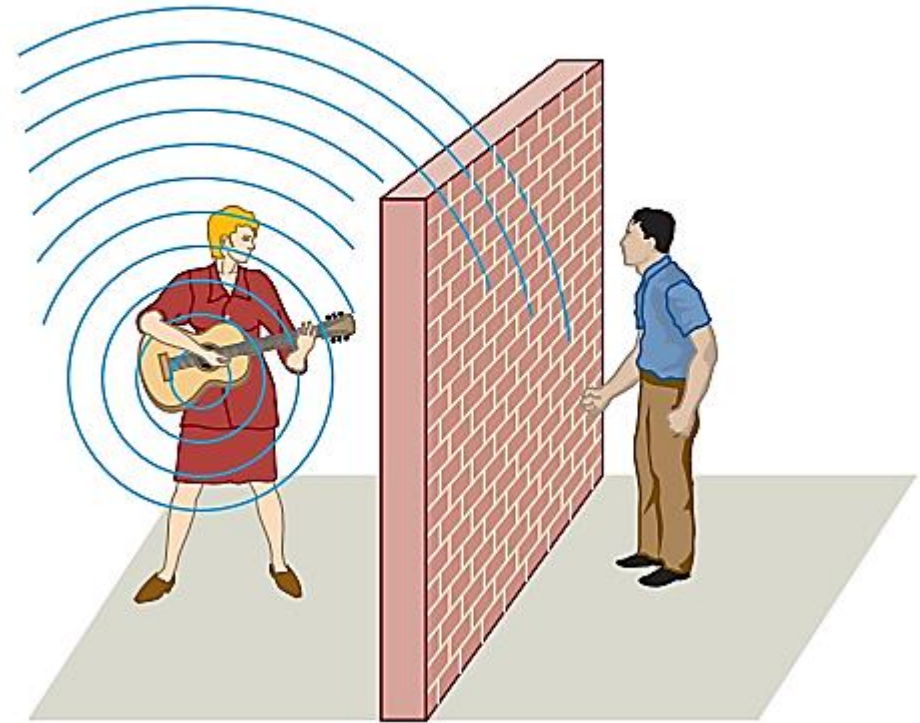


- ✓ A difração não altera  $v$ ,  $\lambda$  e  $f$ .
- ✓ A difração ocorre com qualquer onda desde que o comprimento de onda  $\lambda$  seja igual ou maior que o tamanho do obstáculo ou largura da fenda  $d$ .
- ✓ Se  $\lambda \ll d$ , não ocorre difração.

# Exemplos de difração



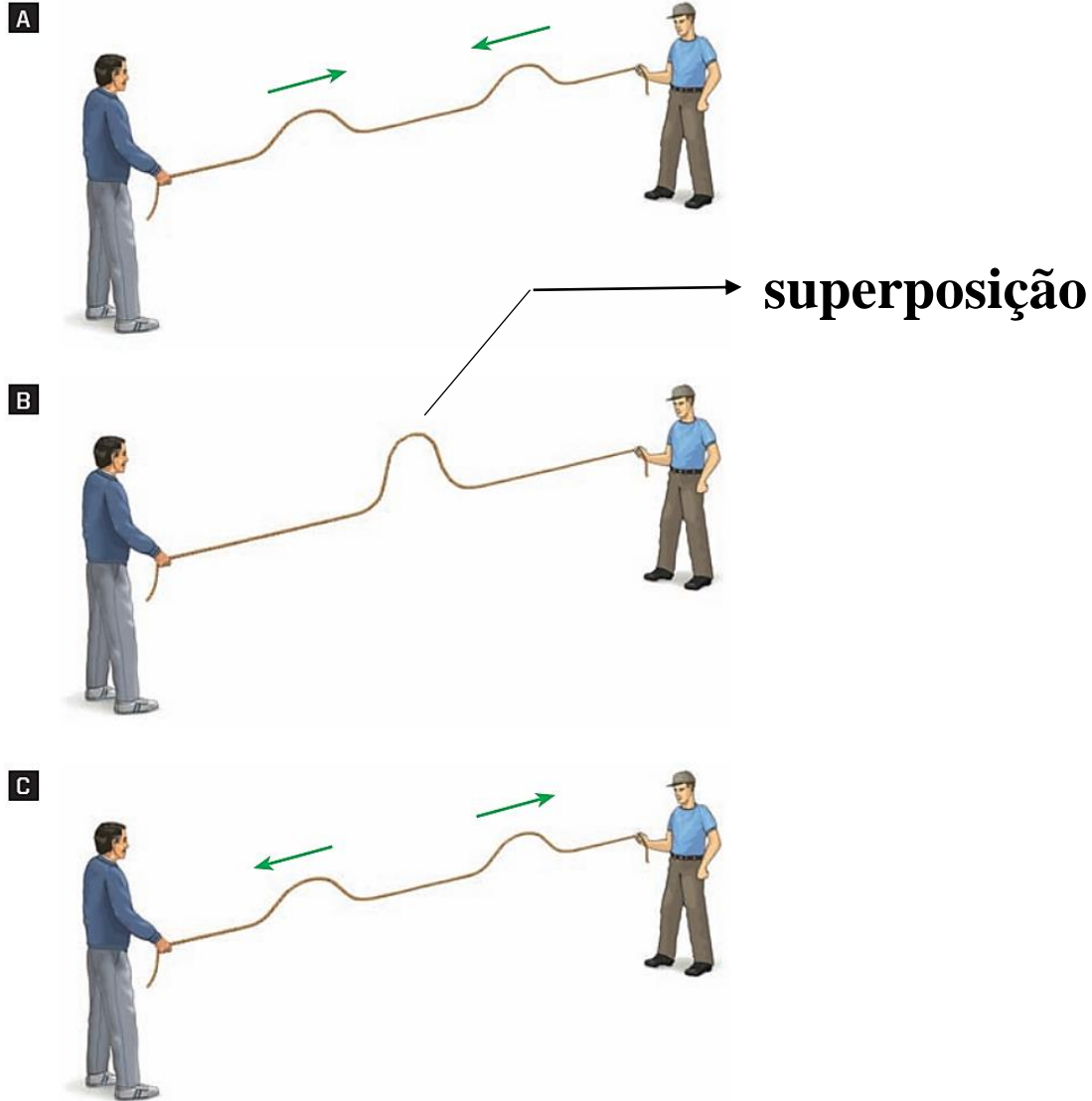
A difração permite a recepção de sinais de tv e rádio nas grandes cidades, apesar de obstáculos como construções e prédio.



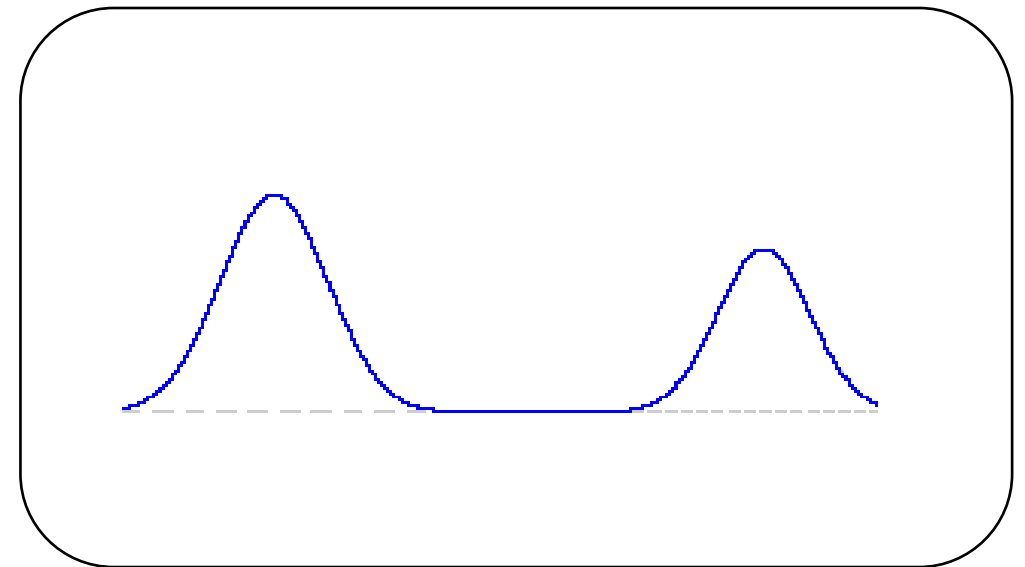
Uma pessoa pode ouvir o som de um violão atrás de um muro por difração.

# Interferência

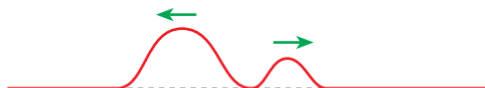
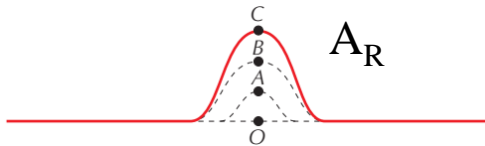
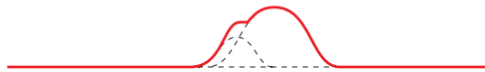
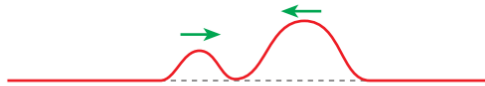
É o fenômeno resultante da superposição de duas ou mais ondas.



Enquanto se cruzam, as ondas atravessam uma a outra, sem se modificar. Após a superposição, as ondas continuam a ter a mesma forma e continuam a se propagar como antes.



## Interferência construtiva.

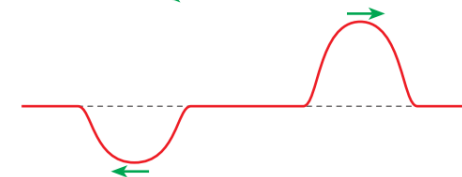
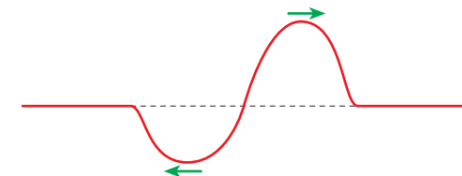
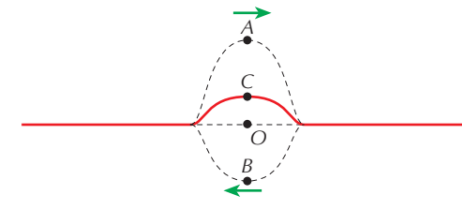
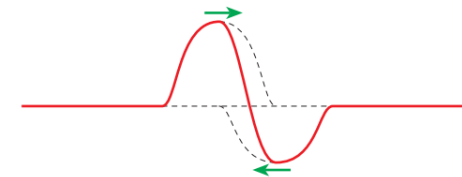
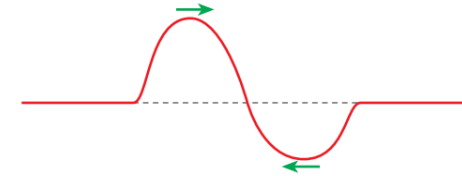
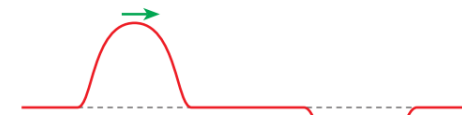


$A_1$  : amplitude do pulso 1

$A_2$  : amplitude do pulso 2

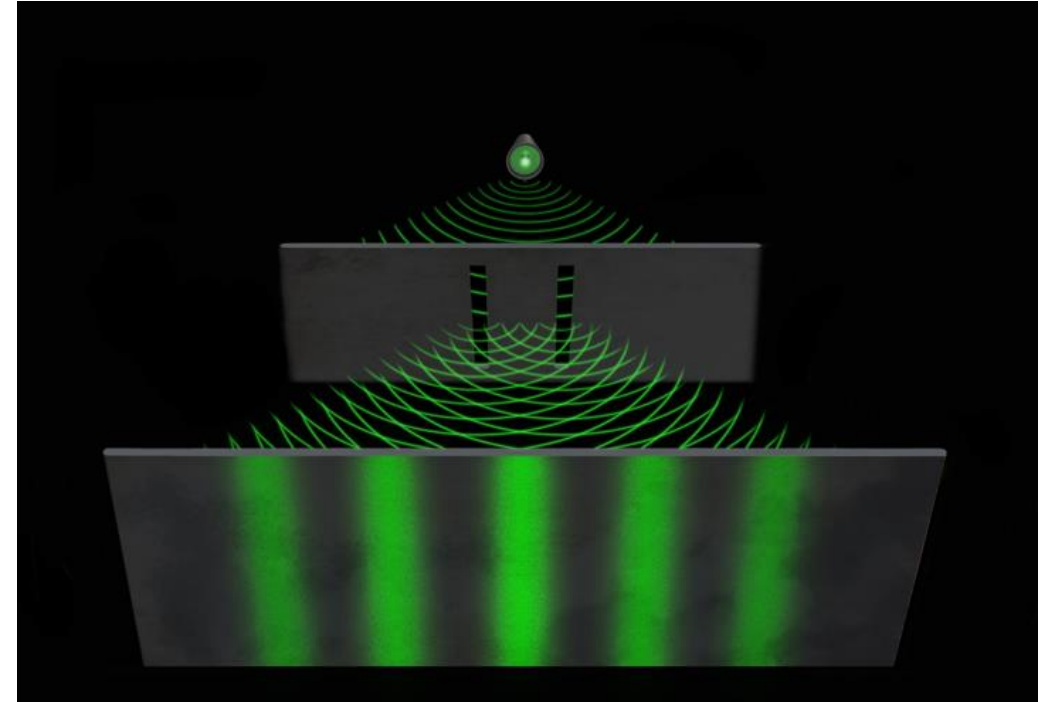
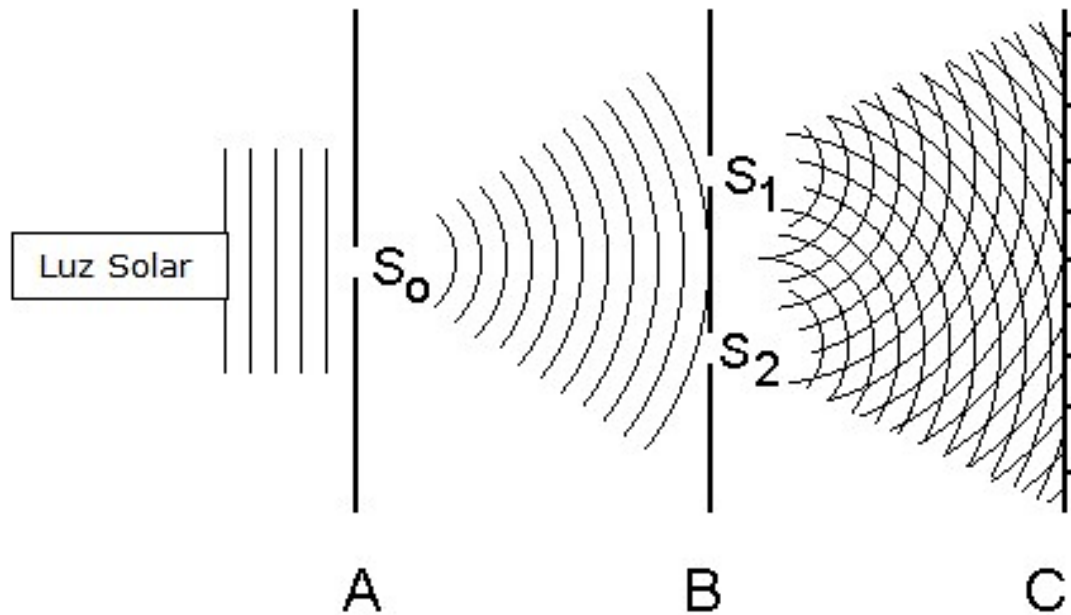
$$A_R = A_1 + A_2$$

## Interferência destrutiva.



$$A_R = A_1 - A_2$$

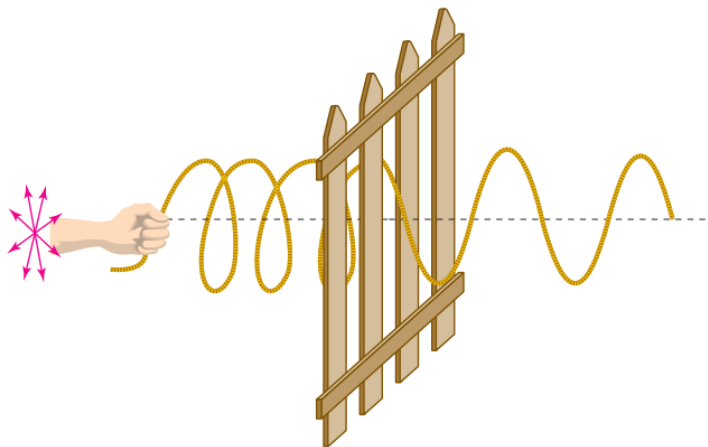
# Interferência Luminosa (Experiência de Young)



A experiência de Young demonstrou que a luz é uma onda.

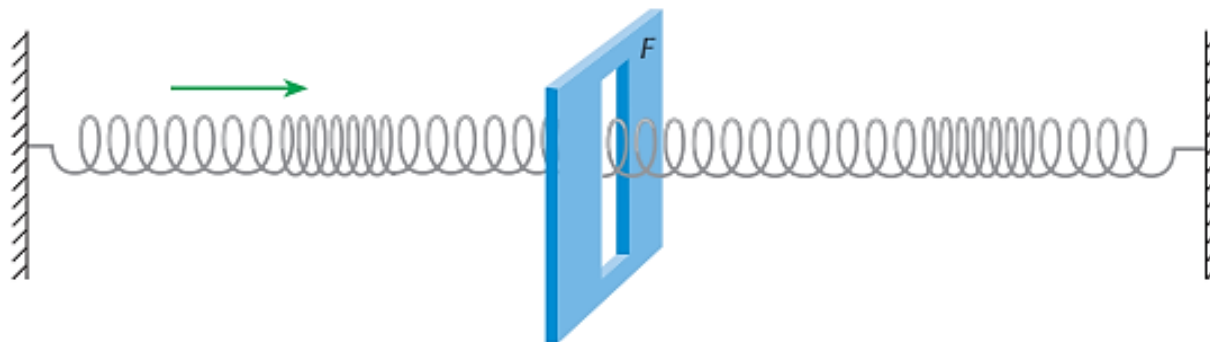
# Polarização

É o fenômeno no qual uma **onda transversal**, vibrando em várias direções, tem uma de suas direções de vibração selecionada, enquanto as vibrações nas demais direções são impedidas de passar por um dispositivo, denominado **polarizador**.

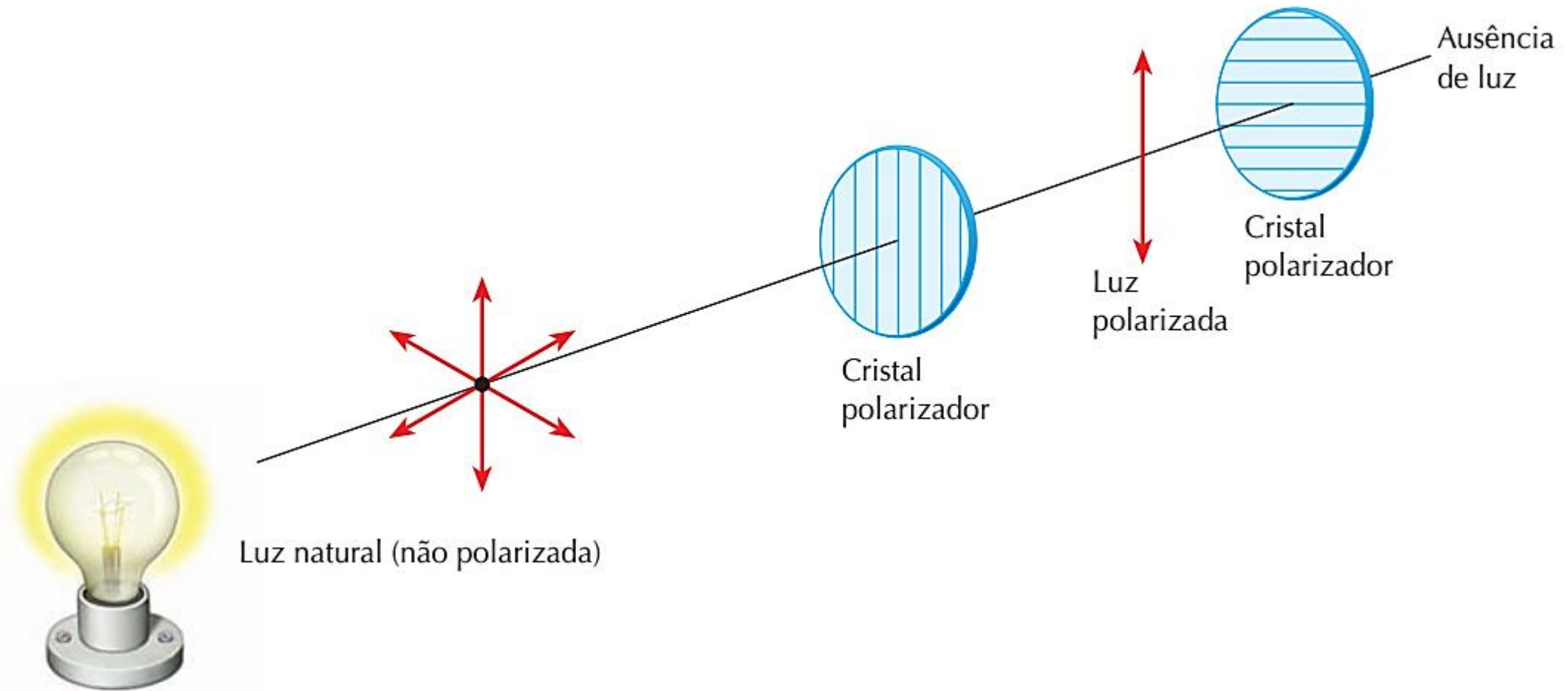


A polarização é um fenômeno exclusivo de ondas transversais, ou seja, **ondas longitudinais não sofrem polarização**.

Provocam-se na corda oscilações em várias direções. A fenda vertical funciona como um polarizador. Ao passar pela fenda, as ondas sofrem uma polarização vertical.



➤ A polarização é o fenômeno que comprova que a luz é uma **onda transversal**.



## Exercícios resolvidos

Uma onda periódica sofre refração, ao passar para um meio no qual sua velocidade é maior. O que acontece com o período, com a frequência e com o comprimento de onda?

- a) O período e a frequência não mudam; o comprimento de onda é menor.
- b) O período diminui; a frequência aumenta; o comprimento de onda não muda.
- c) O período e a frequência não mudam; o comprimento de onda é maior.
- d) O período aumenta; a frequência diminui; o comprimento de onda aumenta.
- e) O período aumenta; a frequência aumenta; o comprimento de onda aumenta.



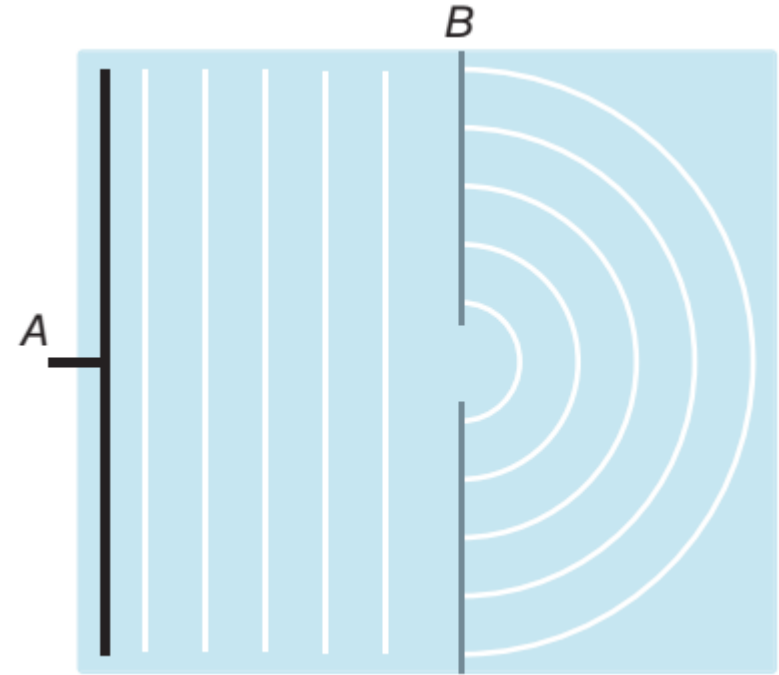
No ar, sabe-se que a onda sonora é longitudinal. Dessa forma, você poderá garantir que ela nunca poderá sofrer o fenômeno da:

- a)** reflexão.
- b)** interferência.
- c)** refração.
- d)** Polarização
- e)** difração.

A difração de uma onda que atravessa um orifício é mais notável quando:

- a)** a frequência da onda é grande.
- b)** a dimensão do comprimento de onda é pequena, se comparada com a velocidade.
- c)** a amplitude da onda é muito pequena, se comparada com a dimensão do orifício.
- d)** a dimensão do orifício se aproxima da dimensão do comprimento de onda.
- e)** a velocidade da onda é muito pequena, se comparada à dimensão do orifício.

A figura representa uma cuba com água onde o dispositivo *A* produz uma onda reta que chega ao anteparo *B*, o qual possui uma abertura.



O fenômeno representado após a abertura é conhecido como:

- a) Polarização
- b) interferência.
- c) difração.
- d) refração.
- e) reflexão.

A *interferência* de duas ondas, em um ponto do seu meio de propagação, caracteriza-se pela sobreposição dessas ondas, que se reforçam ou se atenuam mutuamente, nesse ponto. Supondo idênticas as ondas que se sobrepõem, comparando a onda resultante com as ondas interferentes, a grandeza que obrigatoriamente sofre alguma alteração na interferência é:

- a) a amplitude.
- b) a frequência.
- c) o período.
- d) a pulsação.
- e) o comprimento de onda.

Os fones de ouvido tradicionais transmitem a música diretamente para os nossos ouvidos. Já os modelos dotados de tecnologia redutora de ruído — Cancelamento de Ruído (CR) — além de transmitirem música, também reduzem todo ruído inconsistente à nossa volta, como o barulho de turbinas de avião e aspiradores de pó. Os fones de ouvido CR não reduzem realmente barulhos irregulares como discursos e choros de bebês. Mesmo assim, a supressão do ronco das turbinas do avião contribui para reduzir a “fadiga de ruído”, um cansaço persistente provocado pela exposição a um barulho alto por horas a fio. Esses aparelhos também permitem que nós ouçamos músicas ou assistamos a vídeos no trem ou no avião a um volume muito menor (e mais seguro). A tecnologia redutora de ruído CR utilizada na produção de fones de ouvido baseia-se em qual fenômeno ondulatório?

- a) Absorção.
- b) Interferência.
- c) Polarização.
- d) Reflexão.
- e) Difração.