

Aula 8 - Ótica - 2019

Ondas

Ondas Eletromagnéticas



Katsushika Hokusai (1760-1849)

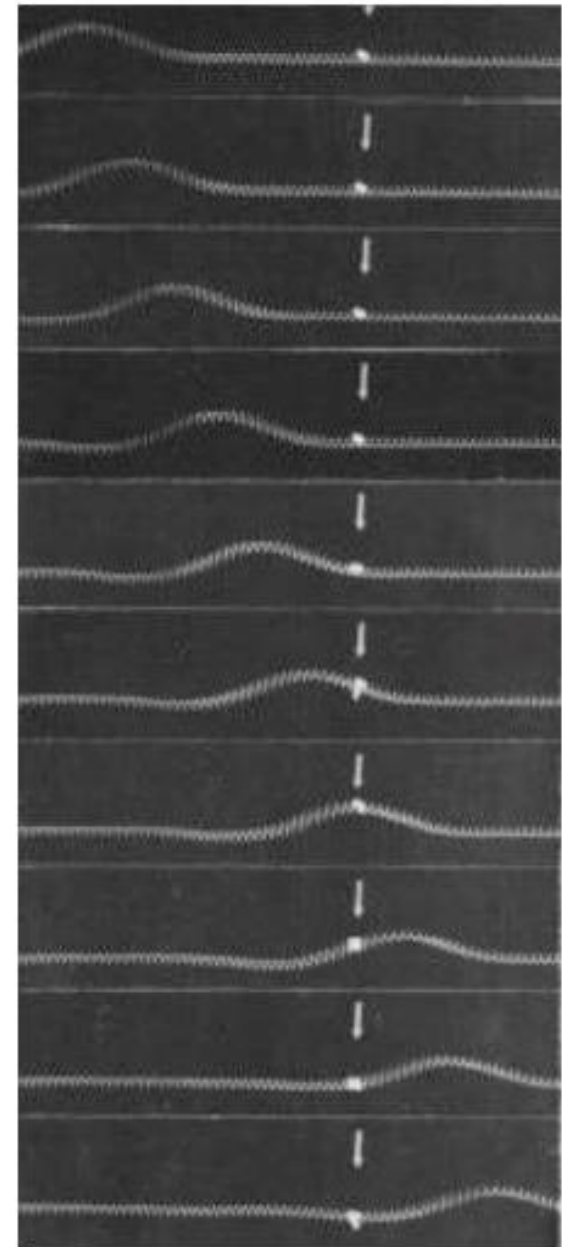
A natureza ondulatória da luz

(Baseado em aulas da Profa. Elisabeth Andreolli)

Onda (pulso) transversal

O QUE É UMA ONDA

- Propagação de uma perturbação, sem transporte de matéria
- Na foto: a pequena bolinha presa à mola, oscila apenas verticalmente, enquanto a onda se propaga para a direita.
- Não há deslocamento na direção de propagação da onda



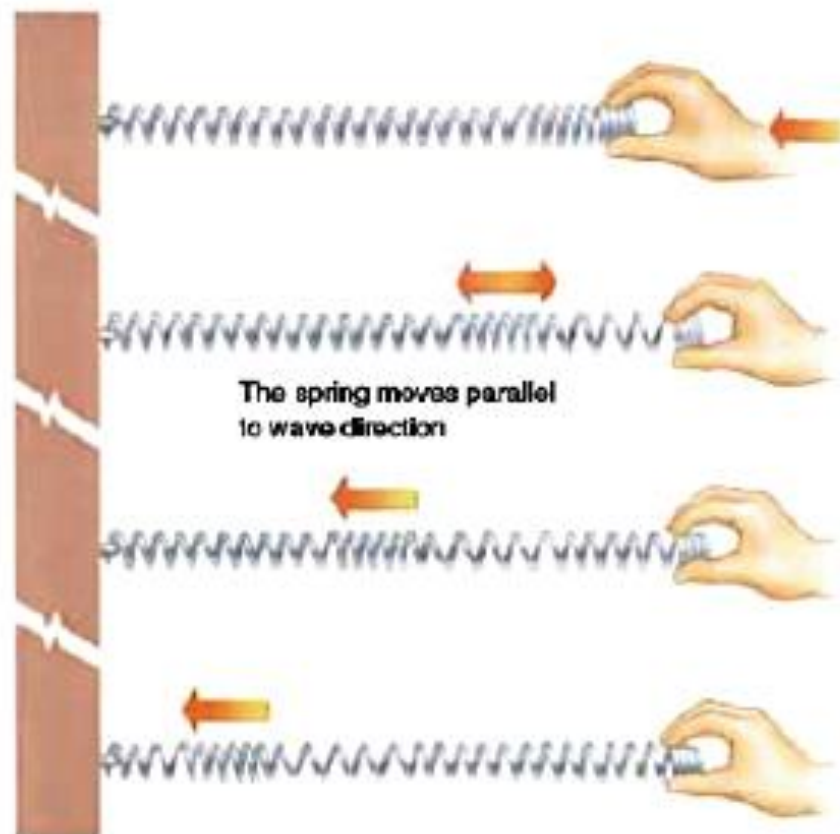
ONDAS LONGITUDINAIS



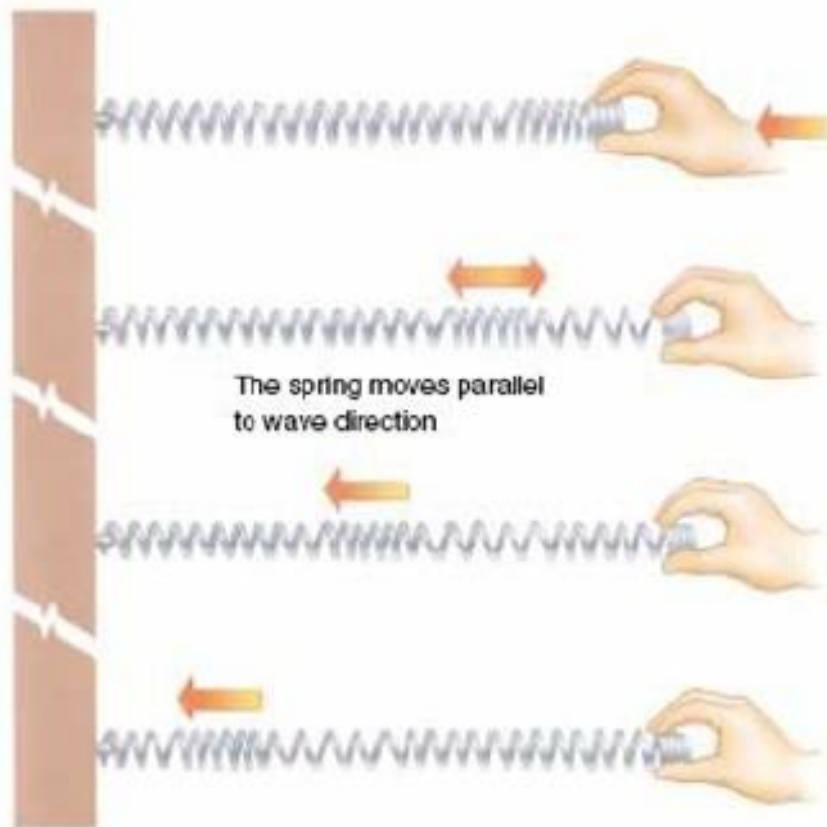
As partículas do ar se movem para frente e para trás na mesma direção de propagação da onda, mas em média elas permanecem na mesma posição.

Oscilação das partículas na direção de propagação da onda.

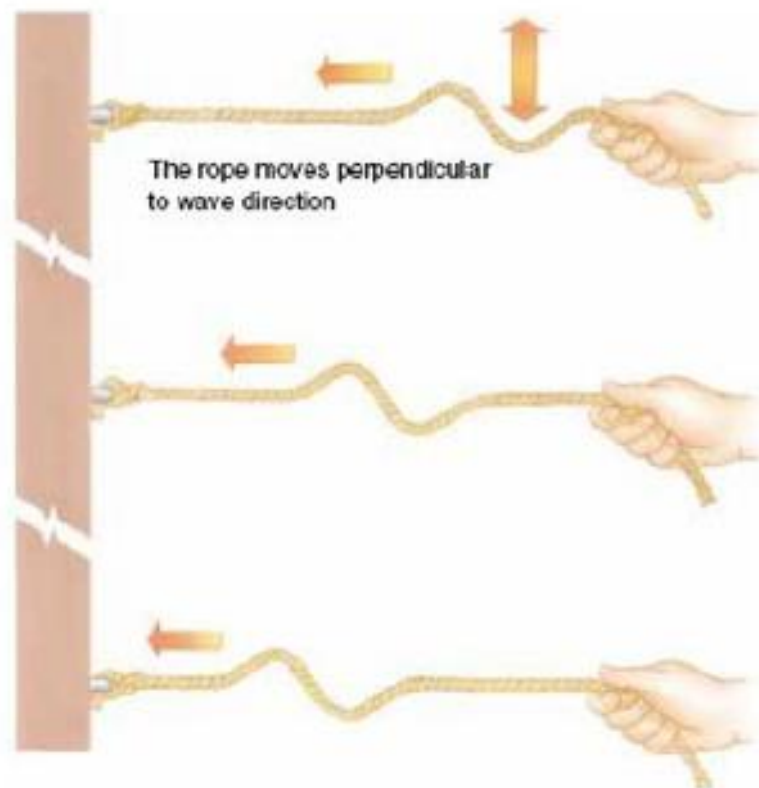
ONDAS LONGITUDINAIS



Exemplos de ondas longitudinais e transversais

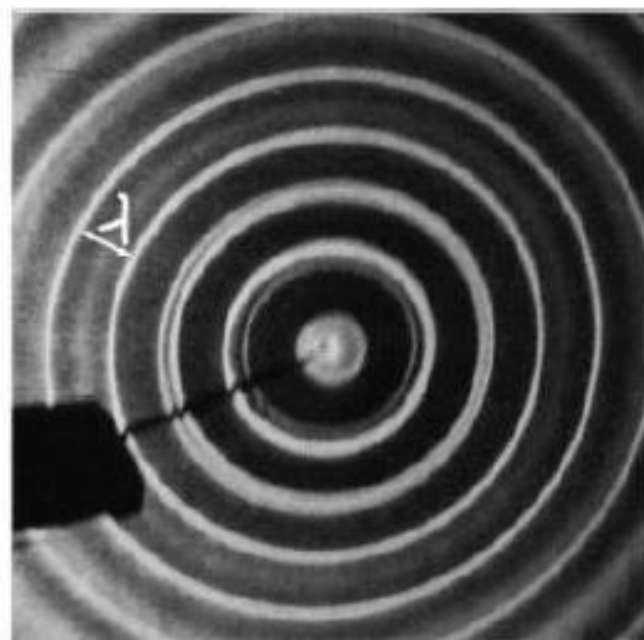
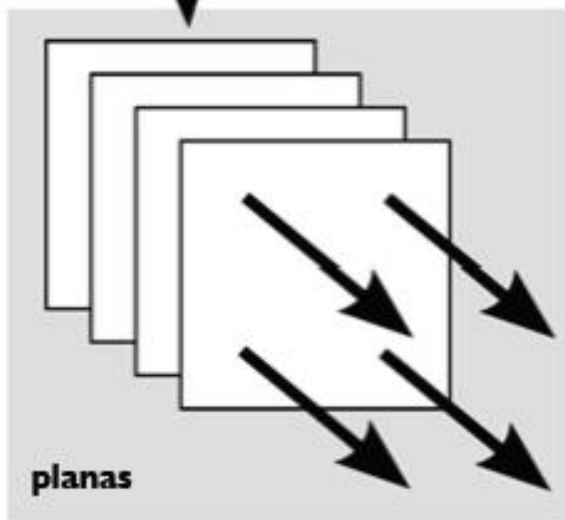
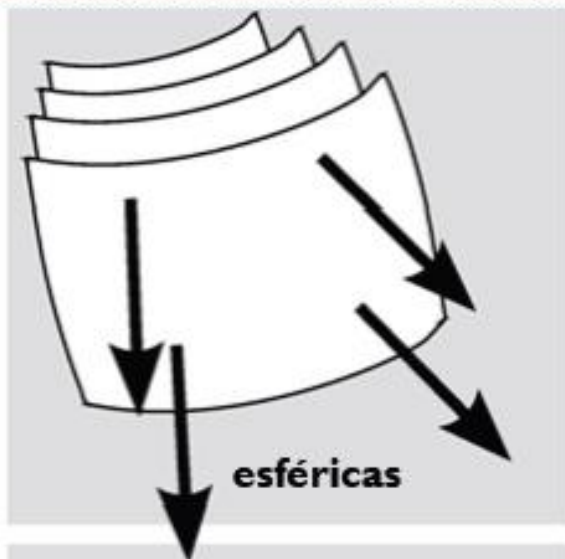


Longitudinais



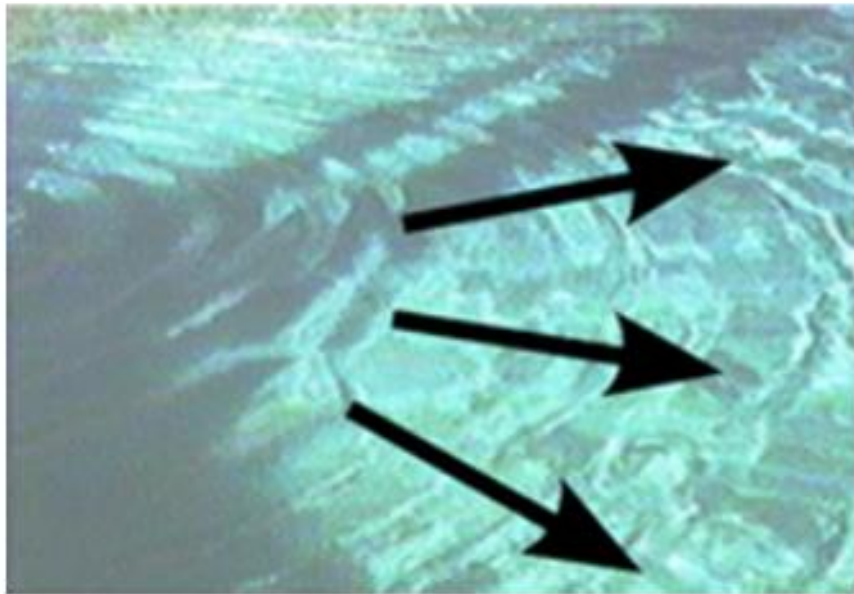
Transversais

Representação de frentes de ondas

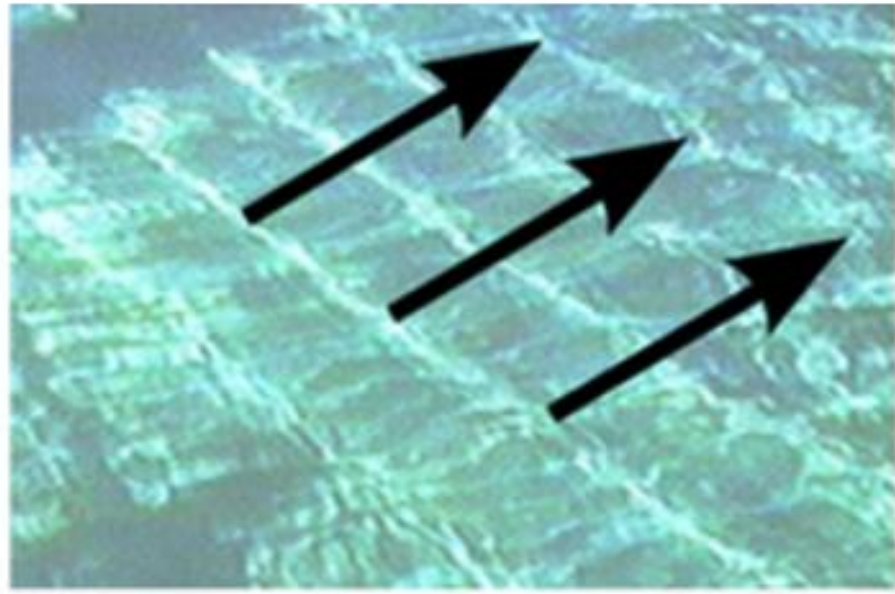


Frentes de ondas

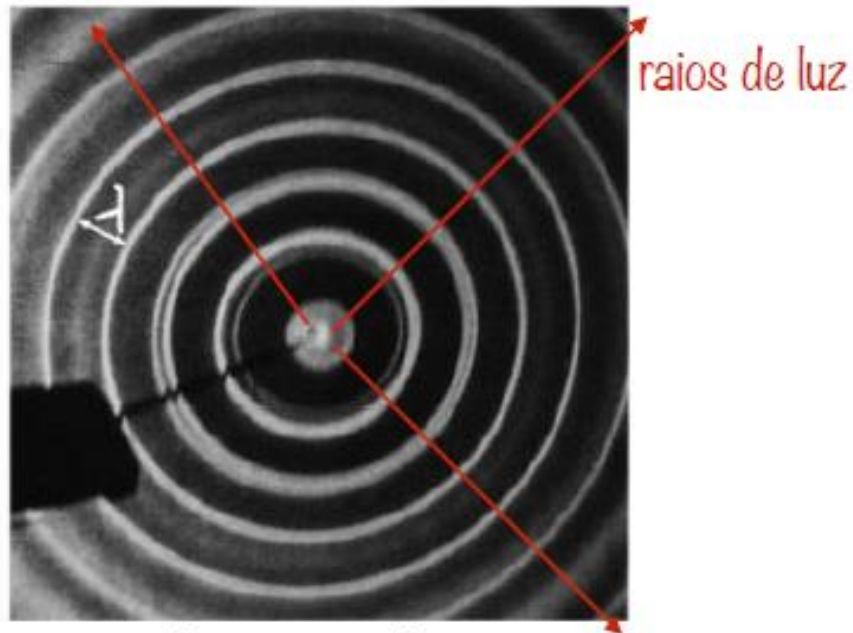
circulares



retas



Frente de onda esférica

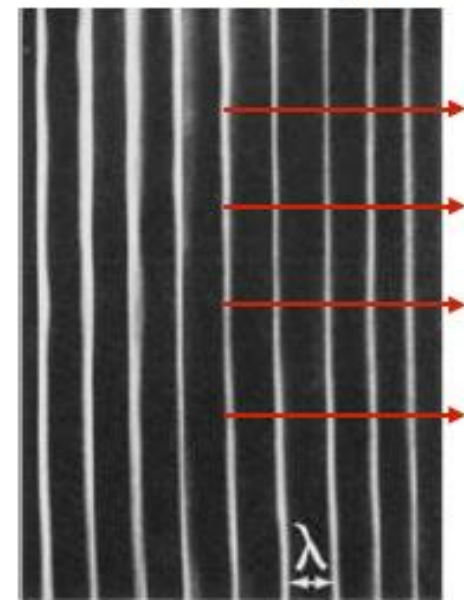


raios de luz

fonte puntual

Os raios de luz são perpendiculares a frente de onda e indicam a direção de propagação da luz

Frente de onda plana



raios de luz

Ondas interferem quando se encontram!

<https://edisiplinas.usp.br/mod/hvp/view.php?id=1752491>

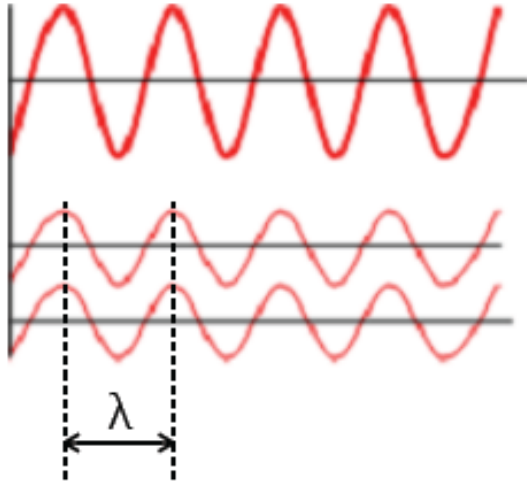
(em inglês)

Ondas interferem quando se encontram!

Duas ondas em fase



Interferência construtiva

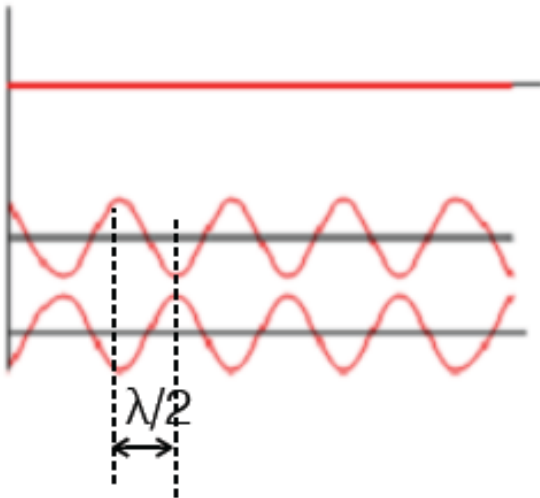


diferença de caminho de λ = diferença de fase de 2π

Duas ondas fora de fase



Interferência destrutiva



diferença de caminho de $\lambda/2$ = diferença de fase de π

Experimento com duas fontes iguais, coerentes.

Condições para interferência construtiva e destrutiva

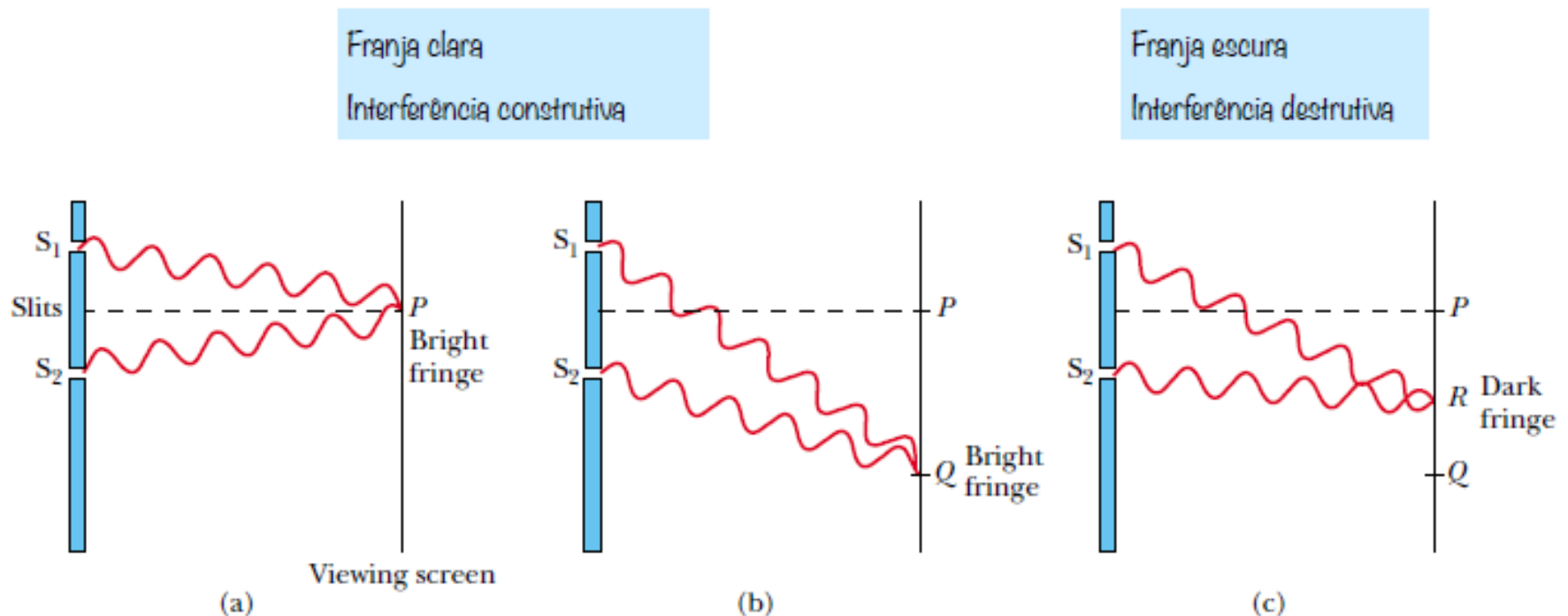
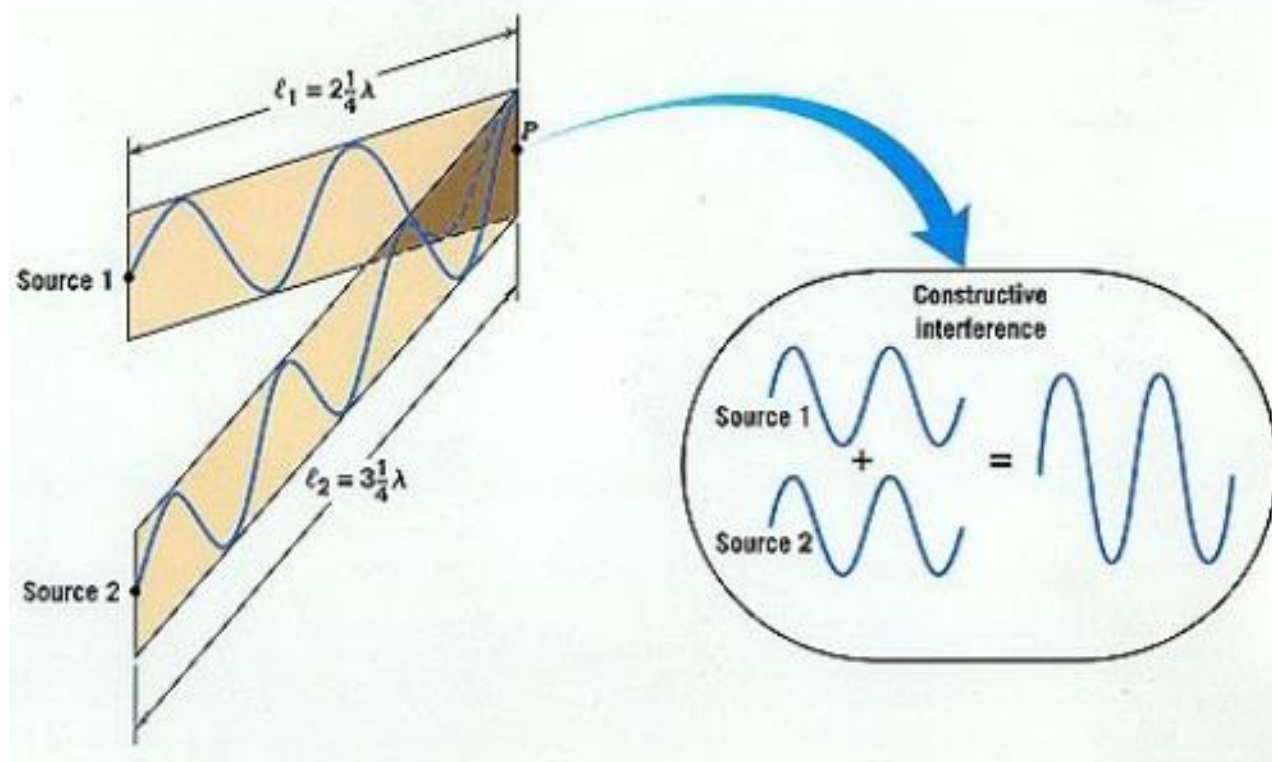


Figure 37.4 (a) Constructive interference occurs at point P when the waves combine. (b) Constructive interference also occurs at point Q . (c) Destructive interference occurs at R when the two waves combine because the upper wave falls half a wavelength behind the lower wave. (All figures not to scale.)

Interferencia construtiva

Diferença de caminho

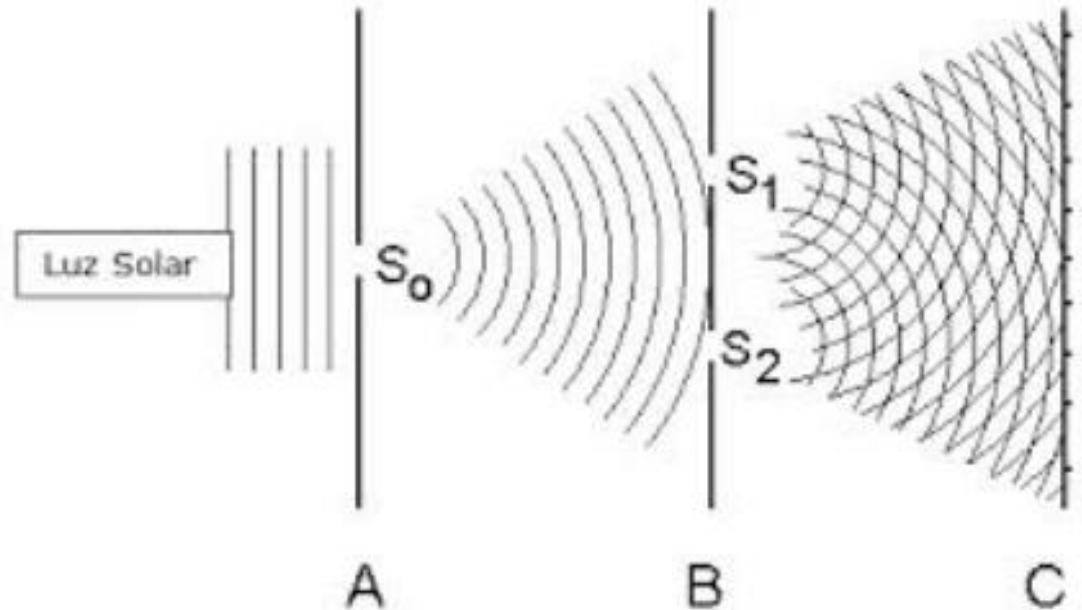
$0, \lambda, 3\lambda, \dots$



Experimento de Young

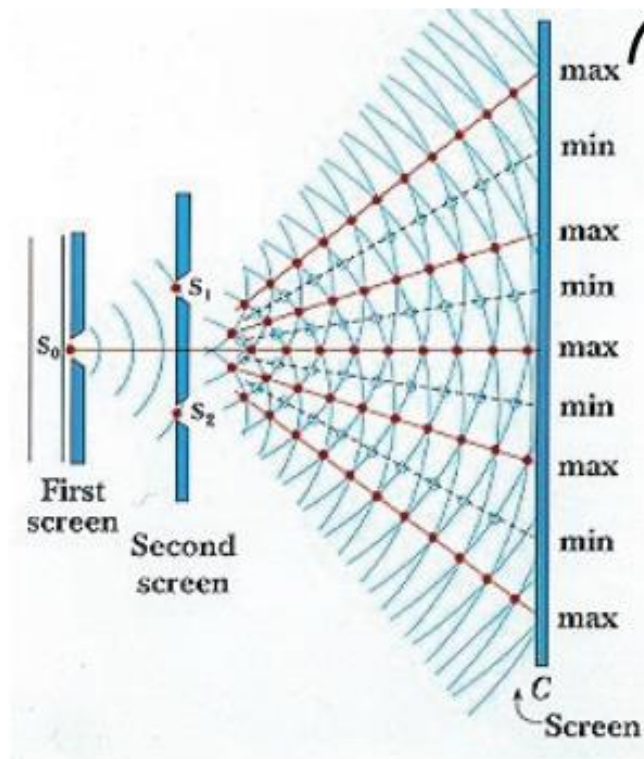


Thomas Young
(1773-1829)

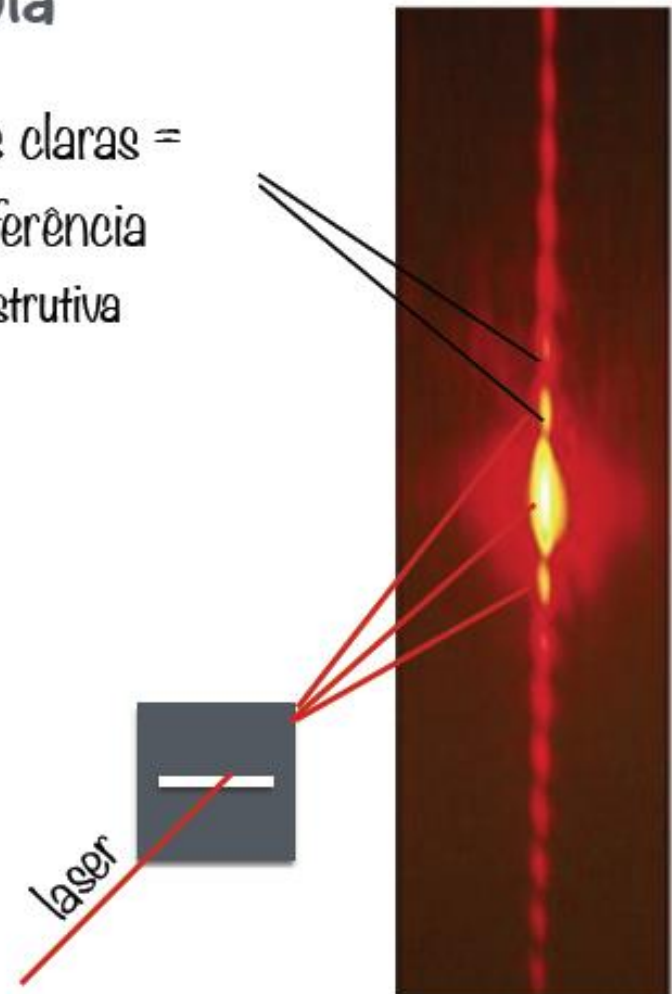


Em 1801 Thomas Young concluiu com seu experimento que a luz é uma onda!

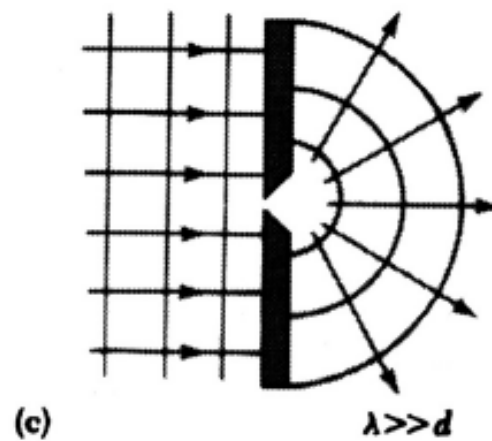
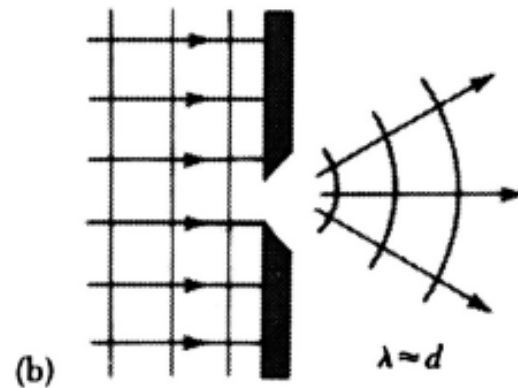
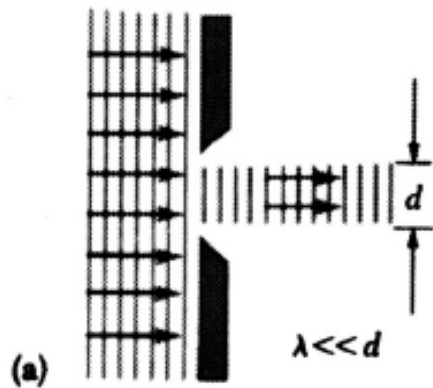
Formação de franjas claras e escuras no experimento da fenda dupla



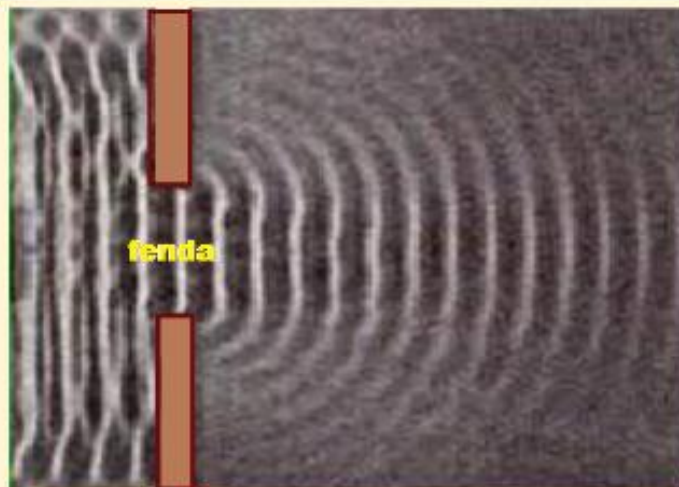
franjas claras =
interferência
construtiva



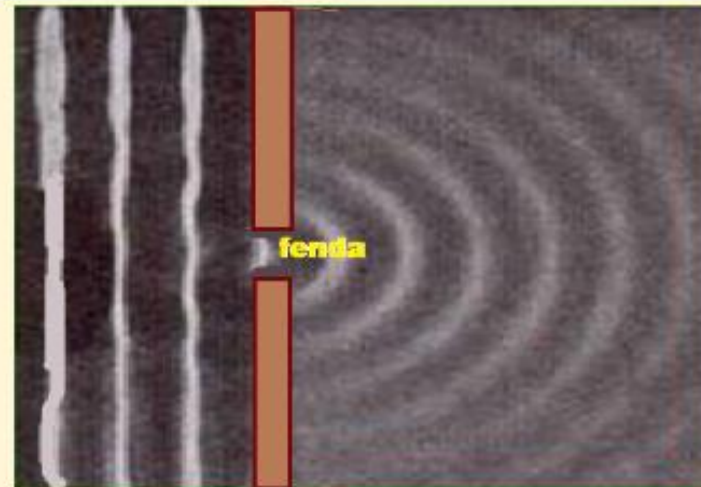
Difração de ondas mecânicas



Difração de ondas mecânicas



**Abertura da fenda aproximadamente 5 vezes maior que o comprimento de onda.
(Difração menos acentuada)**



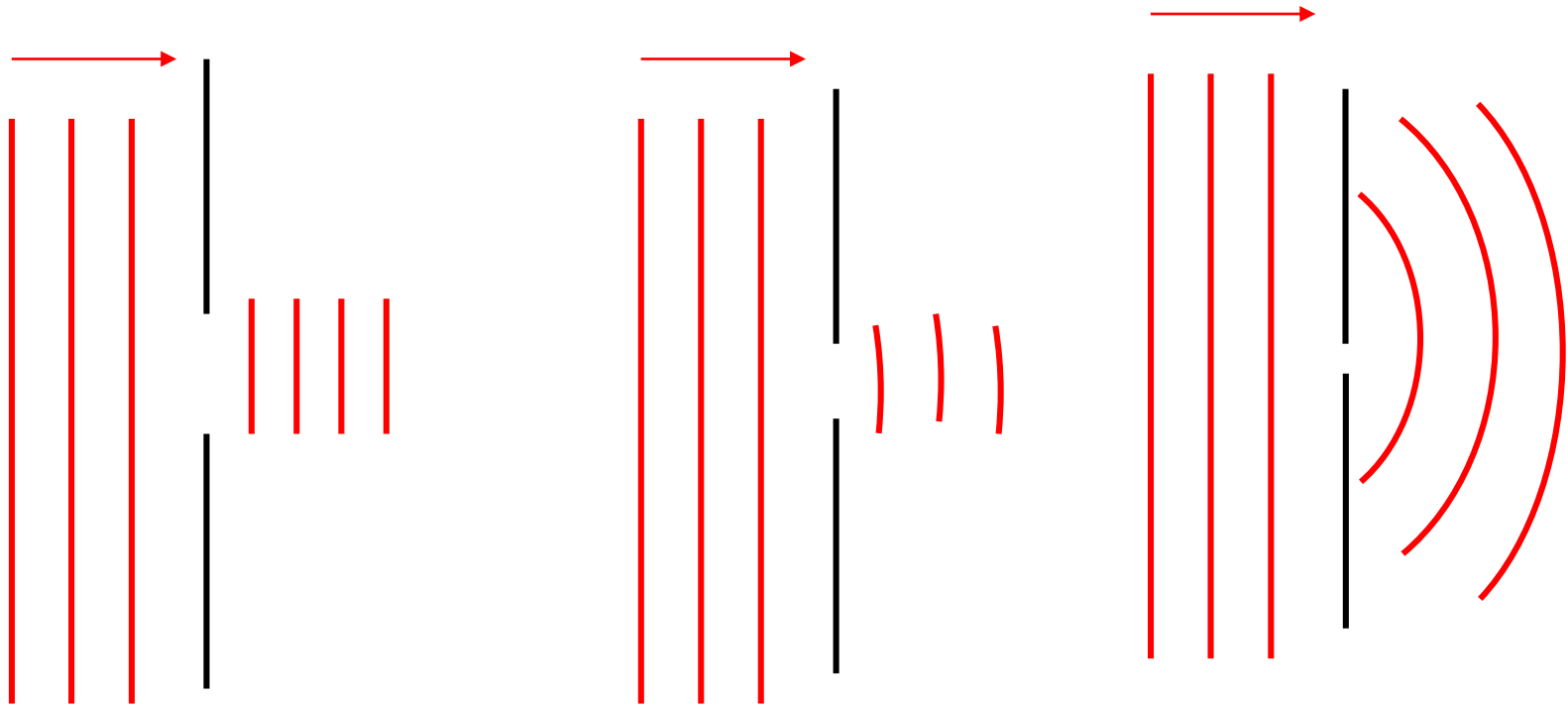
**Abertura da fenda aproximadamente igual ao comprimento de onda.
(Difração mais acentuada)**

Ondas apresentam o fenômeno da **difração** ao atravessarem buracos e ao interagirem com obstáculos.

Mas a observação da difração depende da **relação entre o comprimento da onda e o tamanho dos buracos e obstáculos**

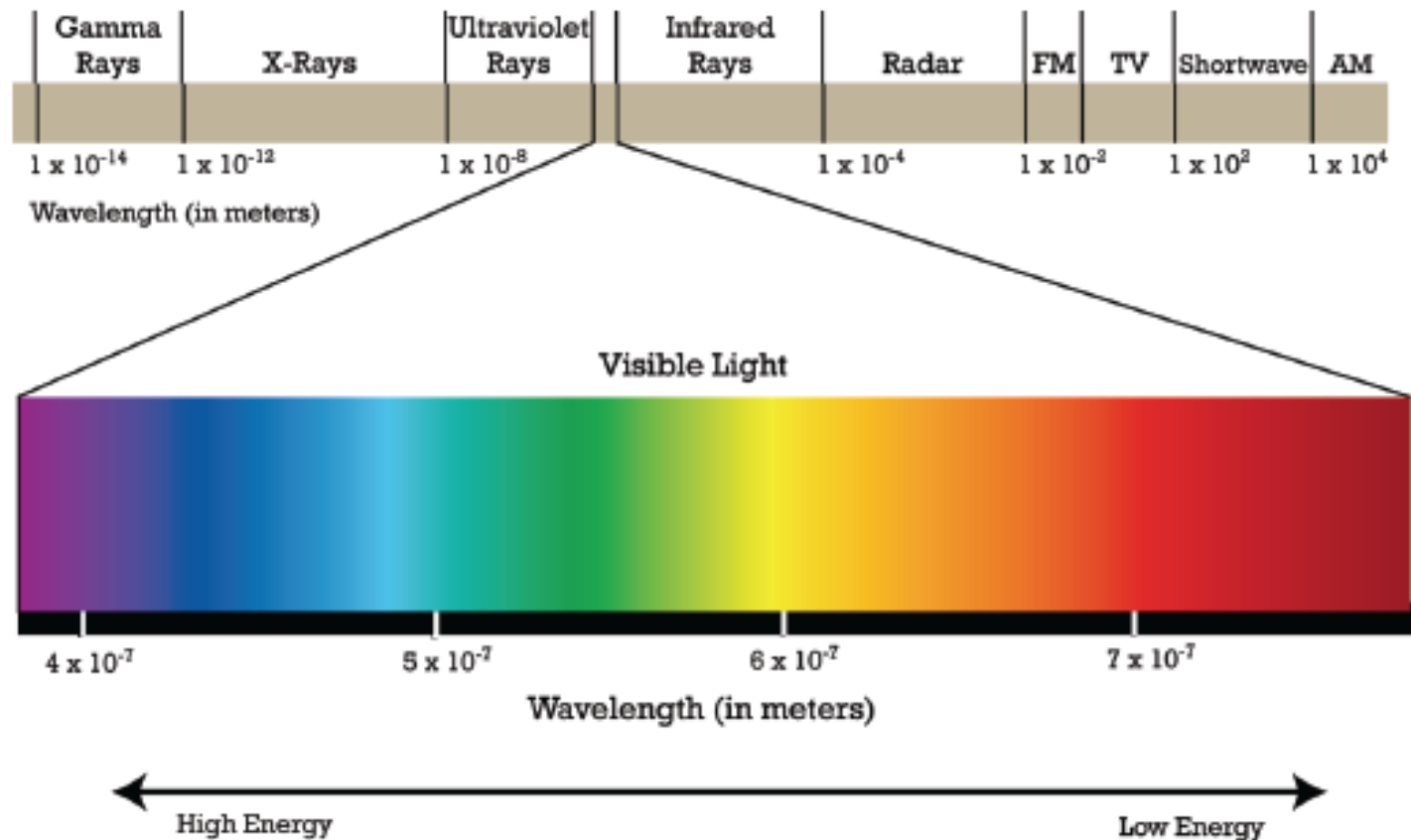
Vamos entender mais adiante!

A luz se propaga em linha reta?



A luz é uma onda eletromagnética

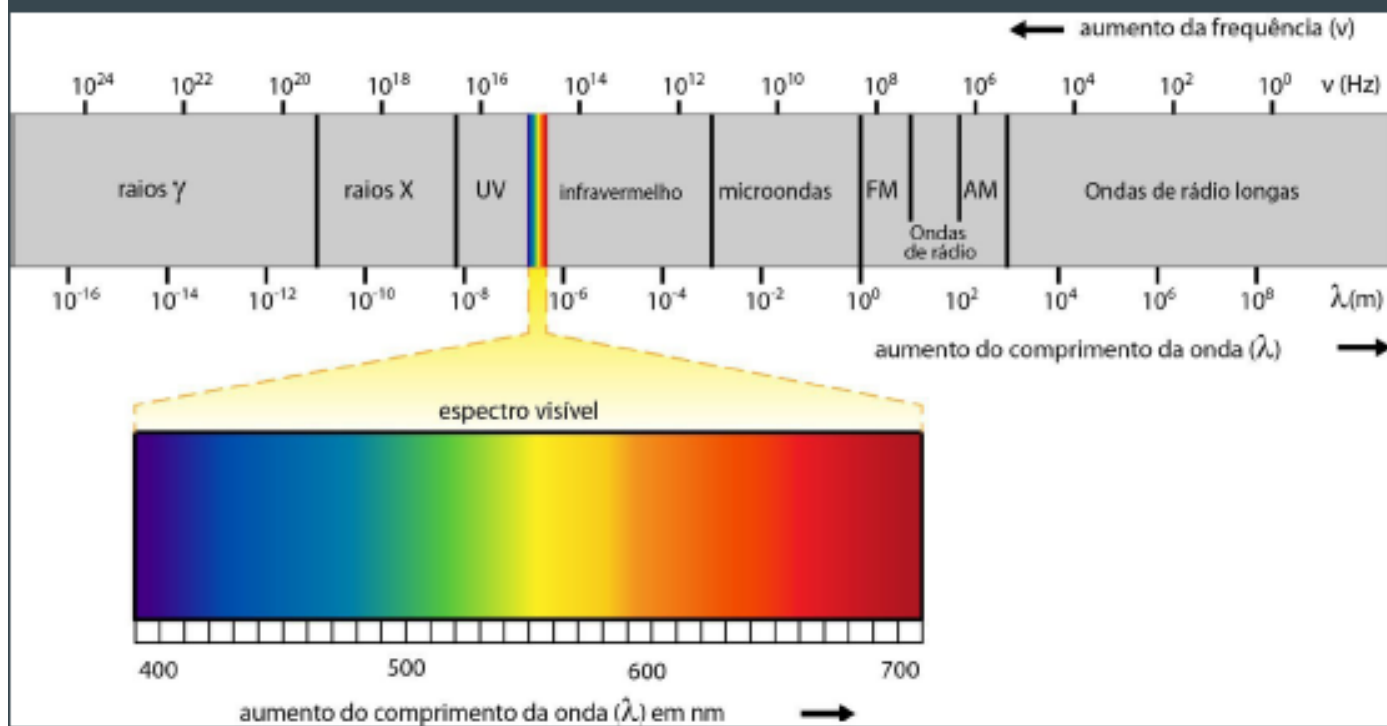
Espectro Eletromagnético



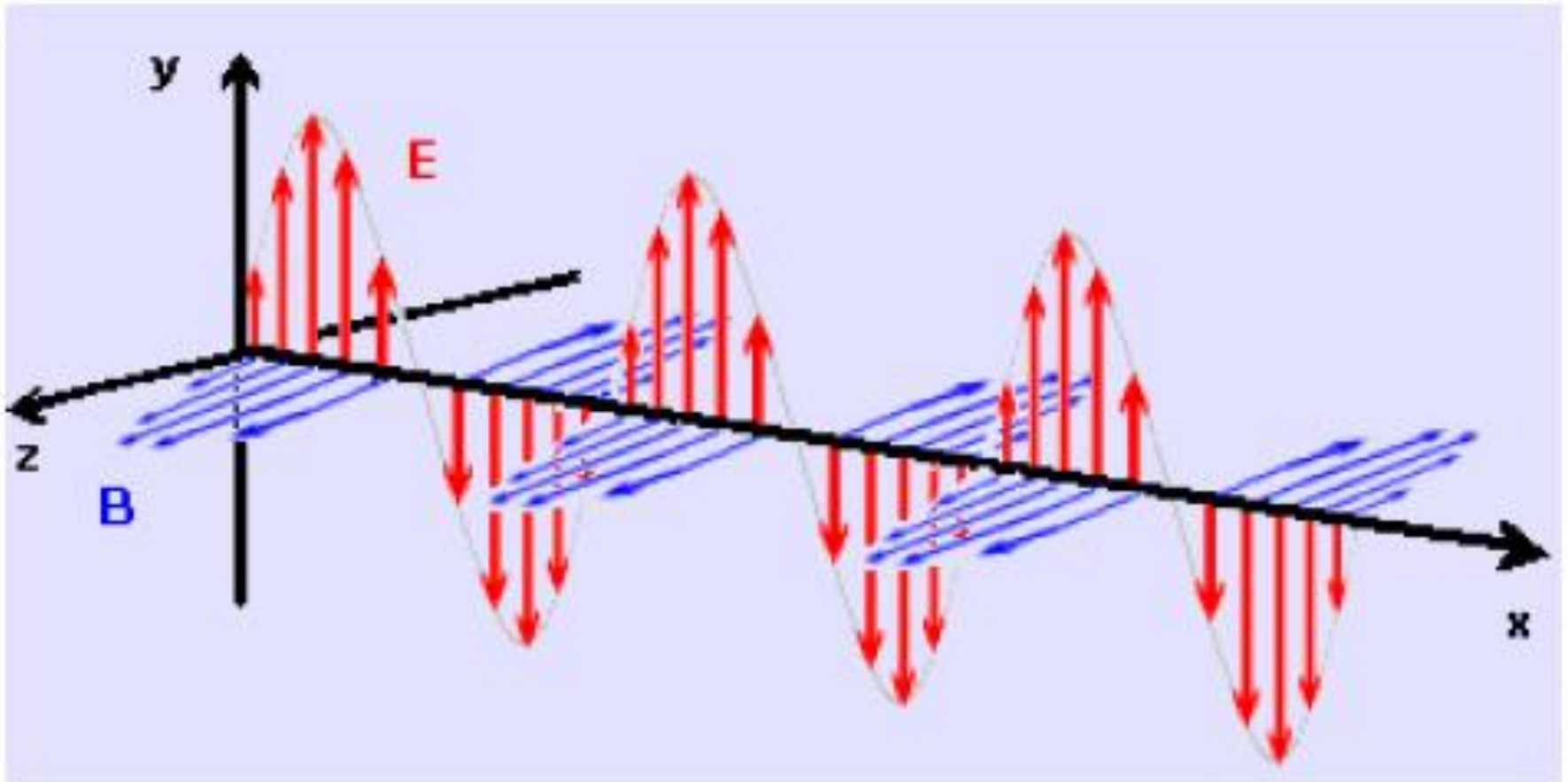
comprimento de onda

Luz é uma onda (eletromagnética)

Porque houve controvérsias no século 17 e 18? Porque não era óbvio que luz é uma onda? Resposta: o comprimento de onda é 0,5 micron. Simulação de cuba de ondas <http://www.falstad.com/ripple/>



Onda Eletromagnética



Princípio de Huygens

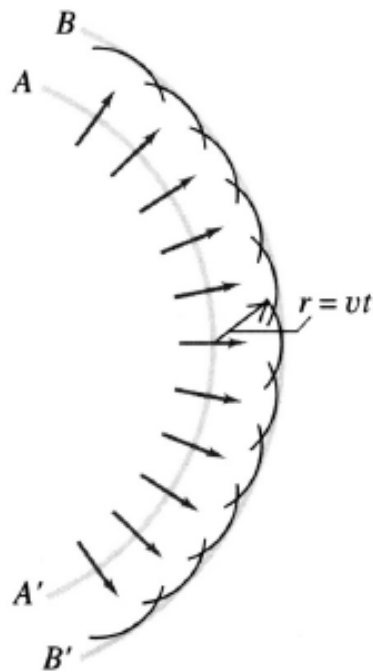
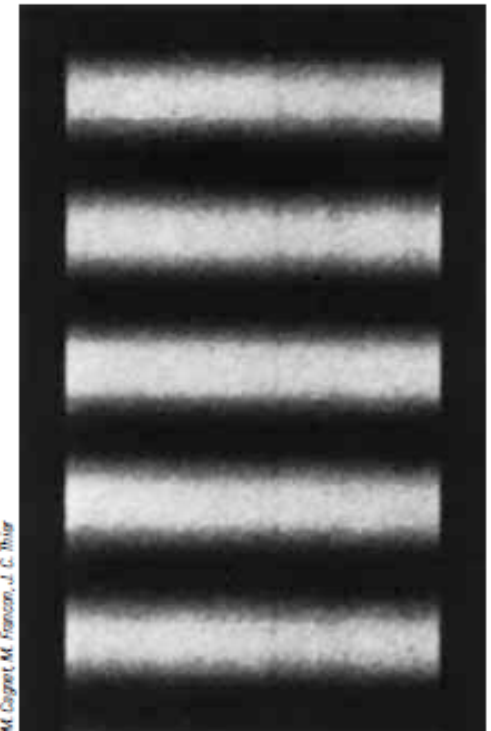
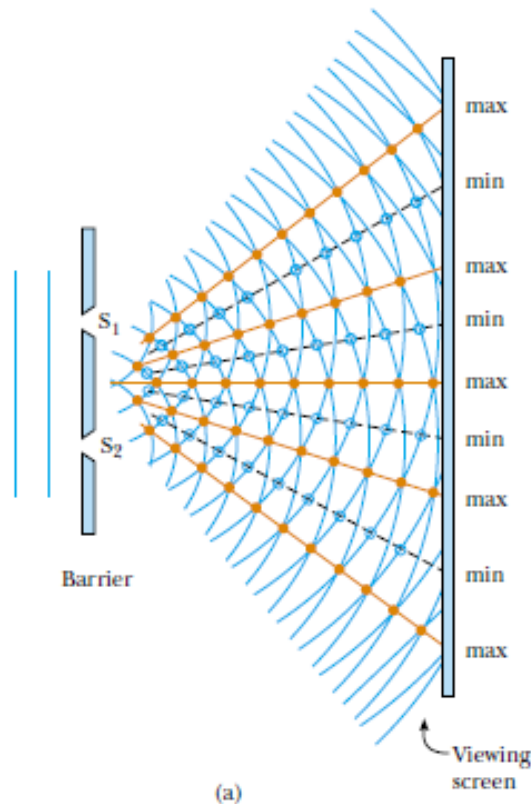
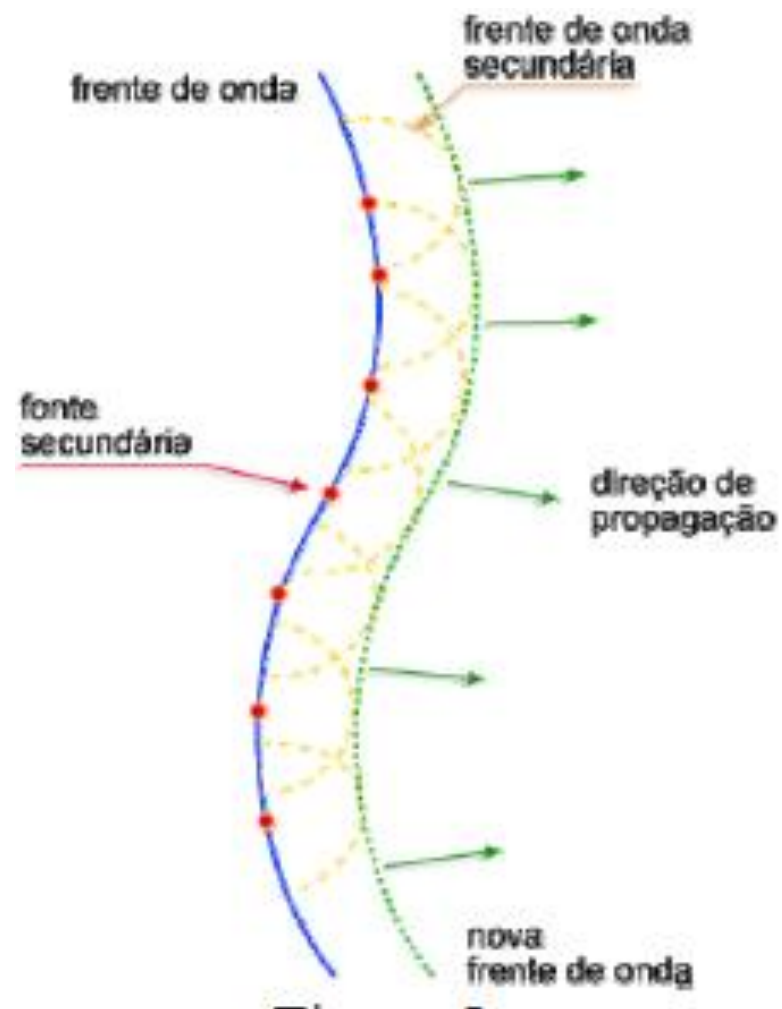
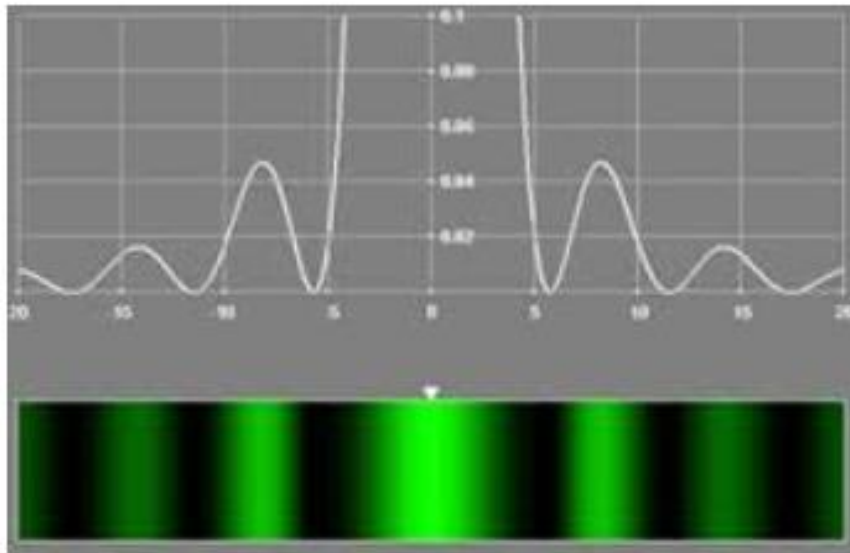


FIGURA 34.26 Aplicação do princípio de Huygens para construir uma nova frente de onda BB' a partir de uma frente de onda AA' .

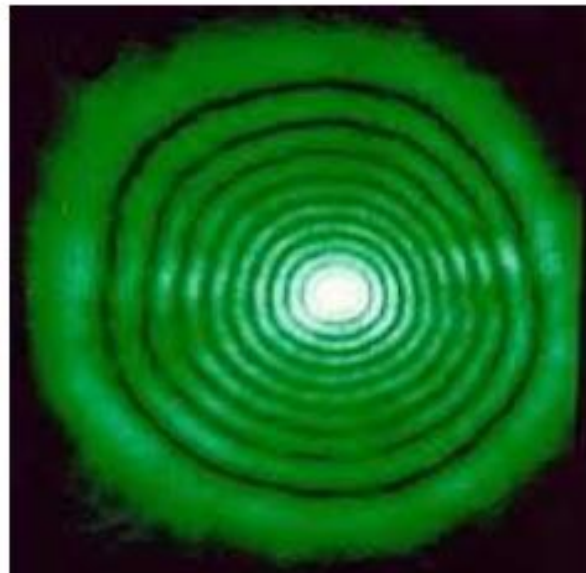


M. Cagnat, M. Fournier, J. C. Buisson





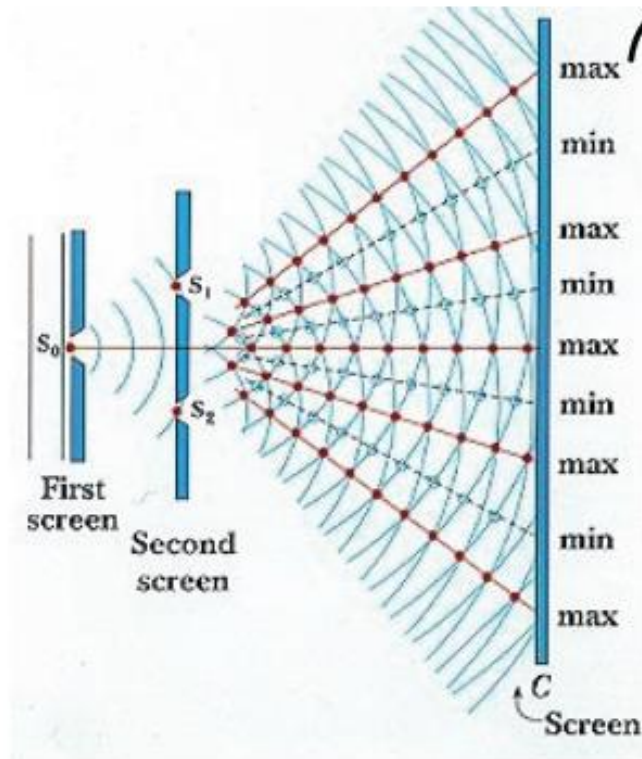
Interferência produzida por
fendas duplas



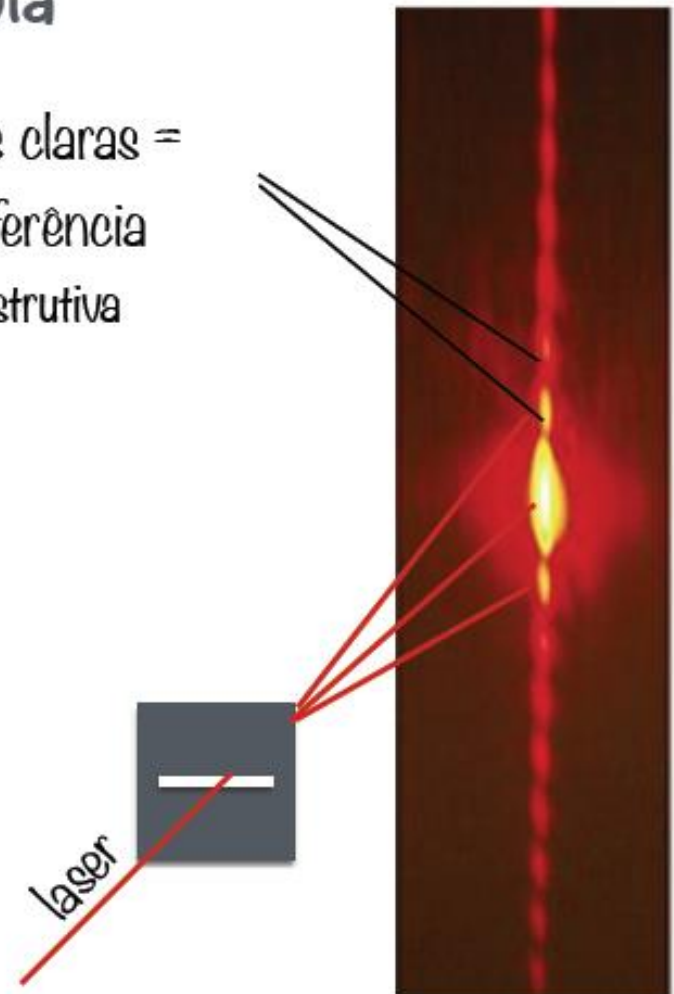
Difração da luz em um
orifício circular

Mostrando novamente...

Formação de franjas claras e escuras no experimento da fenda dupla



franjas claras =
interferência
construtiva



Continuação da aula no Laboratório de Demonstrações do IFUSP

https://midia.atp.usp.br/ensino_novo/oscilacoes_e_ondas/videos/en_fisica_oscilacoes_e_ondas_13_interferencias_exp_cubad_e_ondas_interferencia_de_ondas.mp4