

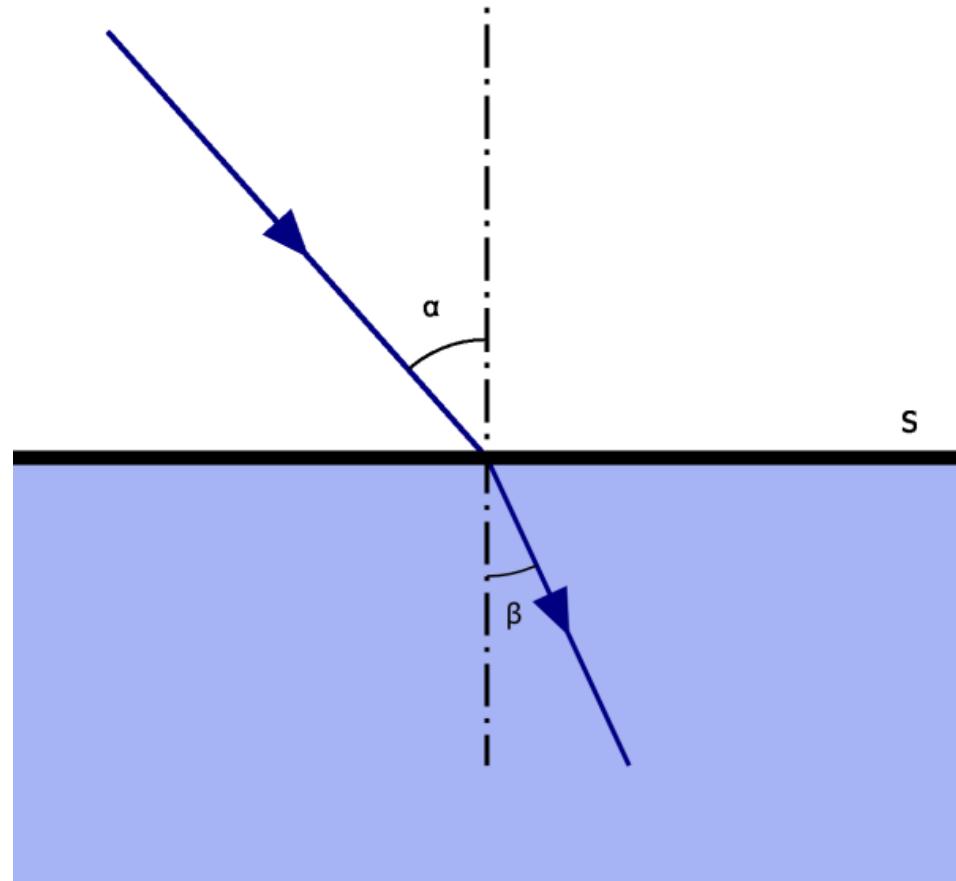
F-106 Fundamentos de Física para Biologia

A Óptica da Visão

Reflexão e Refração da Luz

Leis da Refração

Refração da luz é a passagem da luz de um meio para outro, implicando a alteração da velocidade de propagação.



Velocidade da luz no vácuo $c = 300.000$ km/s. Portanto, em qualquer outro meio a velocidade da luz será menor. Assim, mudança de meio implica em mudança de velocidade. Isto ocorre devido à mudança da densidade do meio

Reflexão e Refração da Luz

Índice de Refração Absoluto de um Meio (n) - Refringência

É a relação entre a velocidade da luz no vácuo(c) e a velocidade da luz num determinado meio(v).

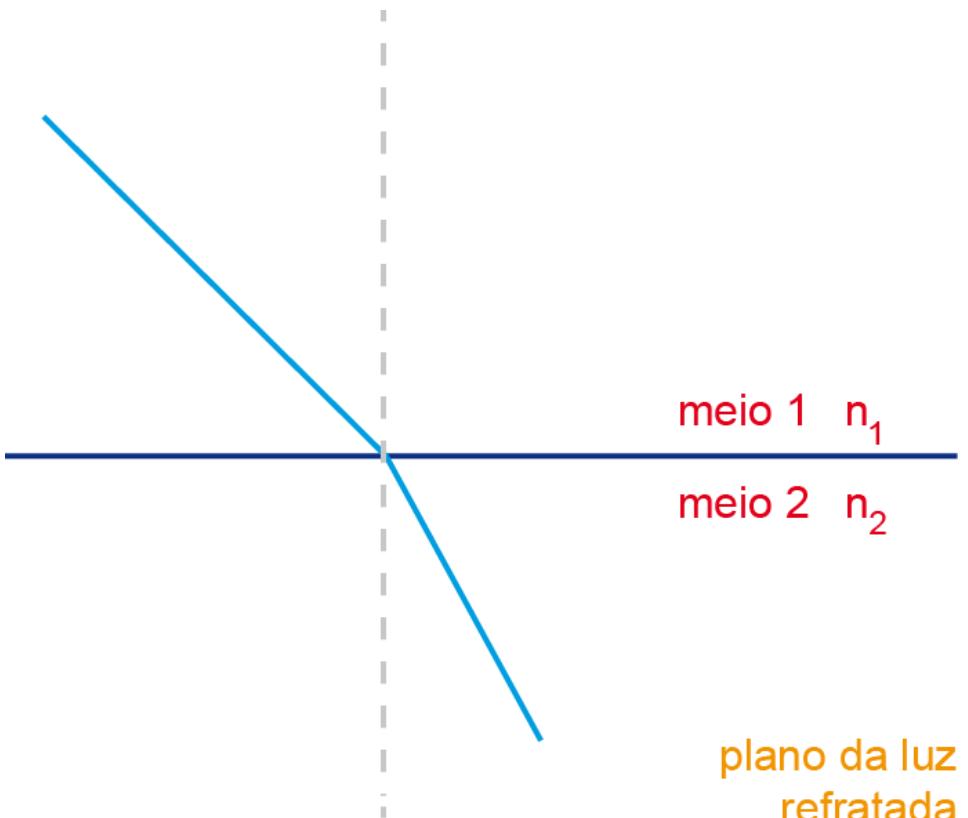
Substância	Índice de refração (n)
água	1,333
álcool etílico (anidro)	1,362
acetona	1,357
querosene	1,448
Nujol (óleo laxante)	1,477
Bálsamo do Canadá	1,537

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

$$n_{ar} \approx 1$$

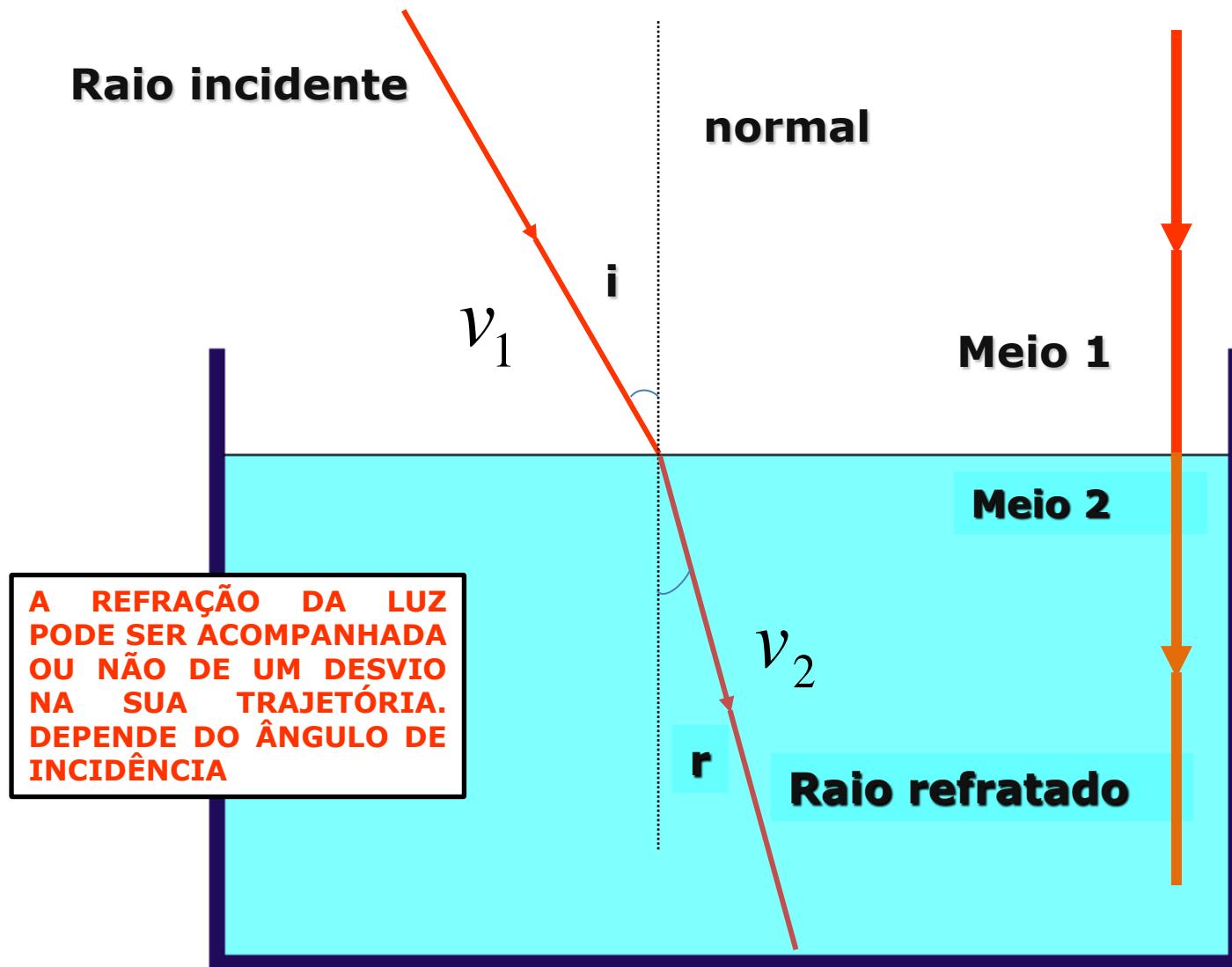
Reflexão e Refração da Luz

Índice de refração relativo

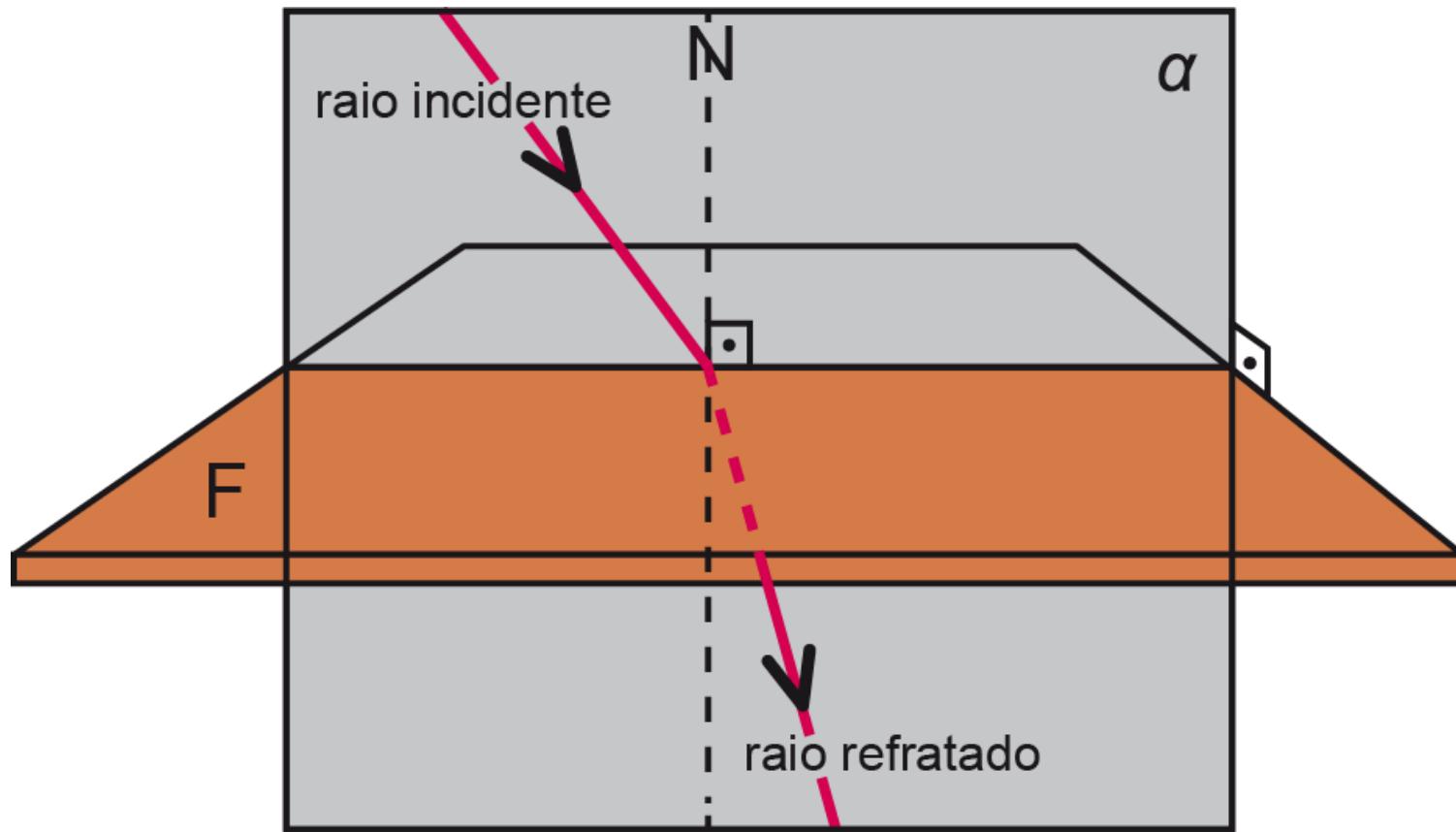


$$n_{2,1} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_2}{c} = \frac{v_1}{v_2}$$

Reflexão e Refração da Luz



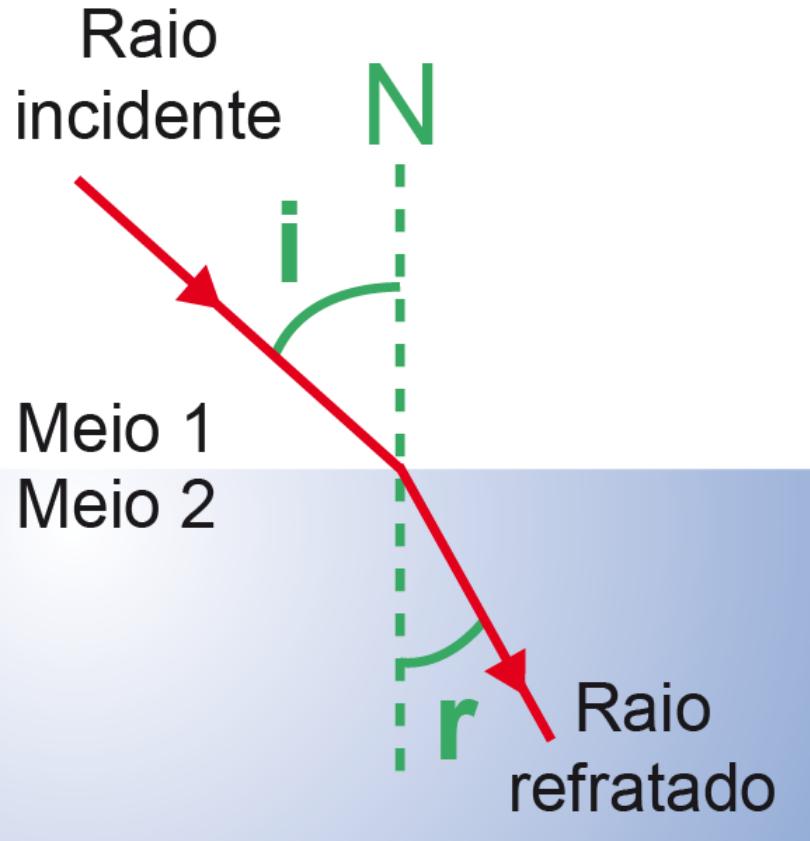
AS LEIS DA REFRAÇÃO



1^a Lei: O raio incidente (RI), a normal (N) e o raio refratado (RR) são coplanares.

AS LEIS DA REFRAÇÃO

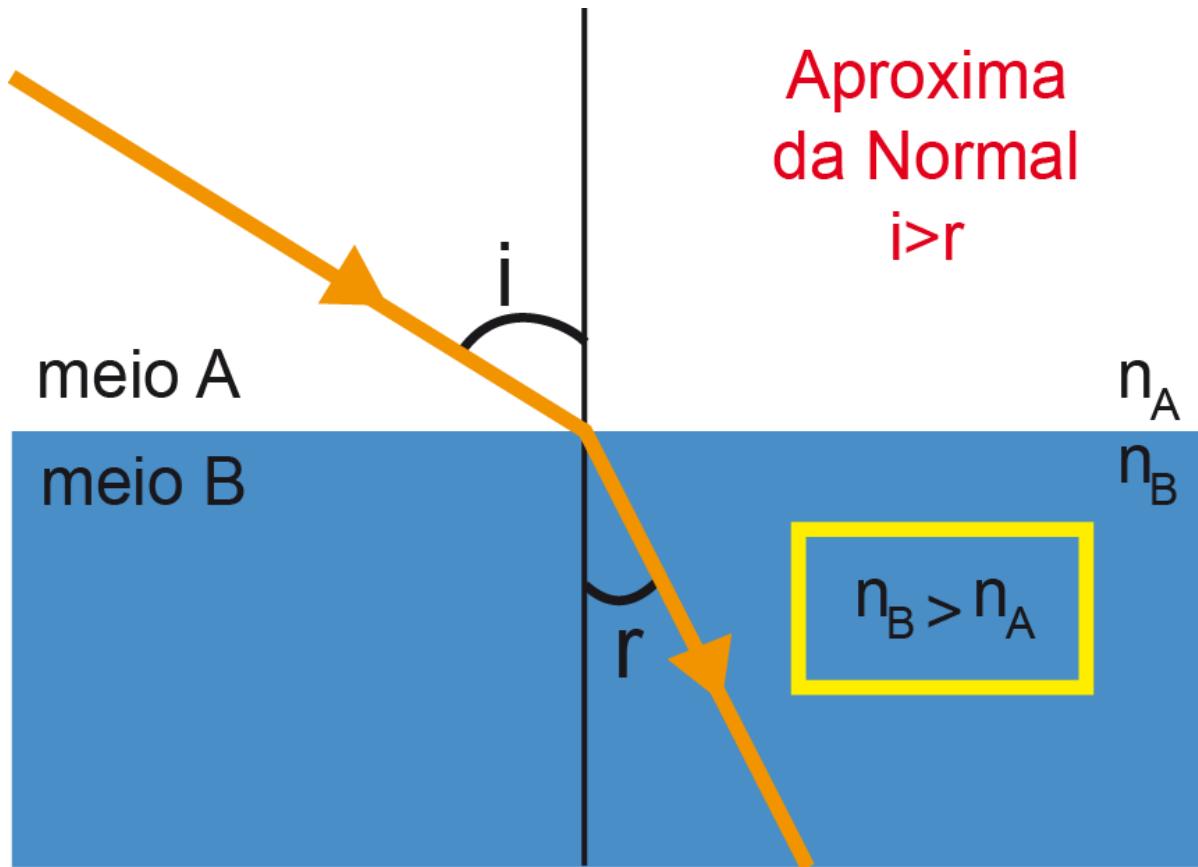
2^a Lei - Lei de Snell – Descartes



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

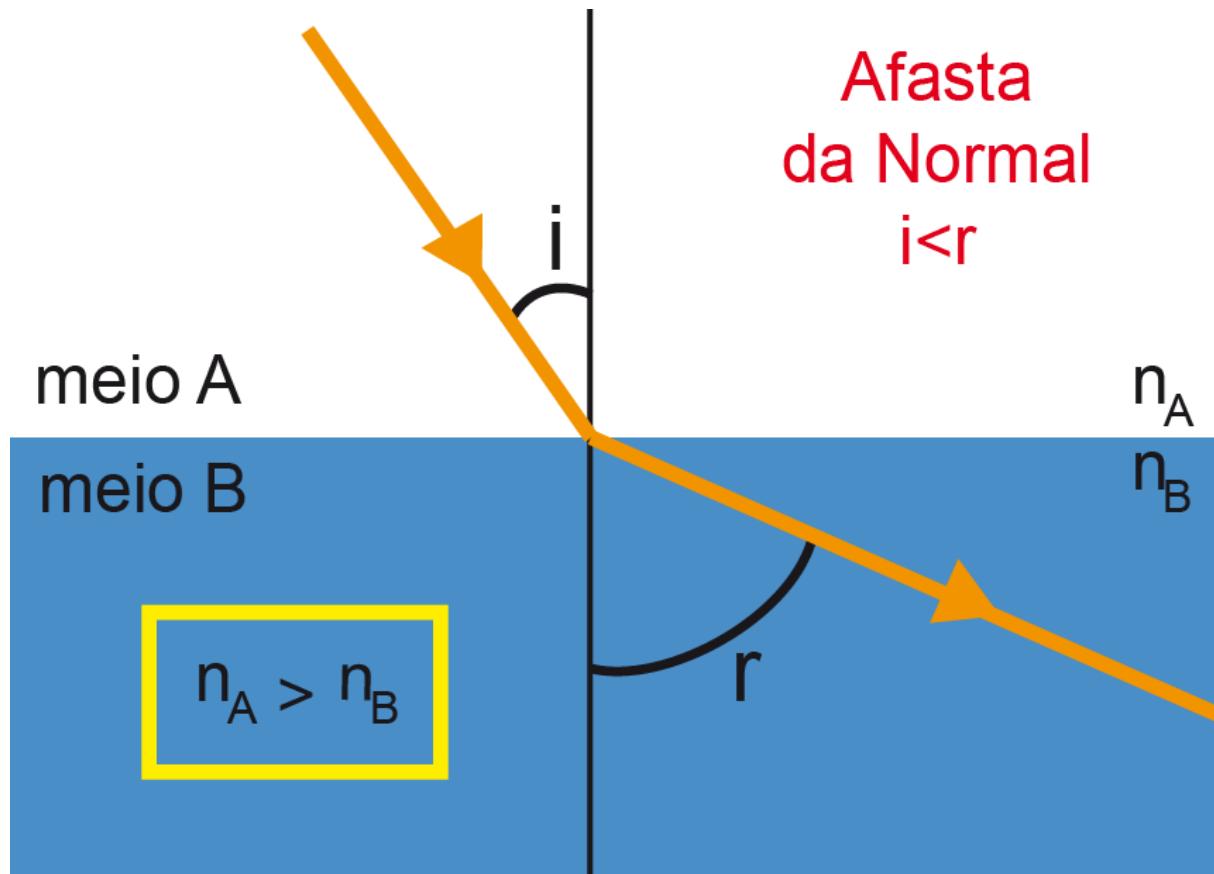
$$n_{2,1} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{v_1}{v_2}$$

Reflexão e Refração da Luz



OBSERVAÇÃO: A luz, ao passar de um meio menos refringente para um mais refringente, aproxima-se da normal.

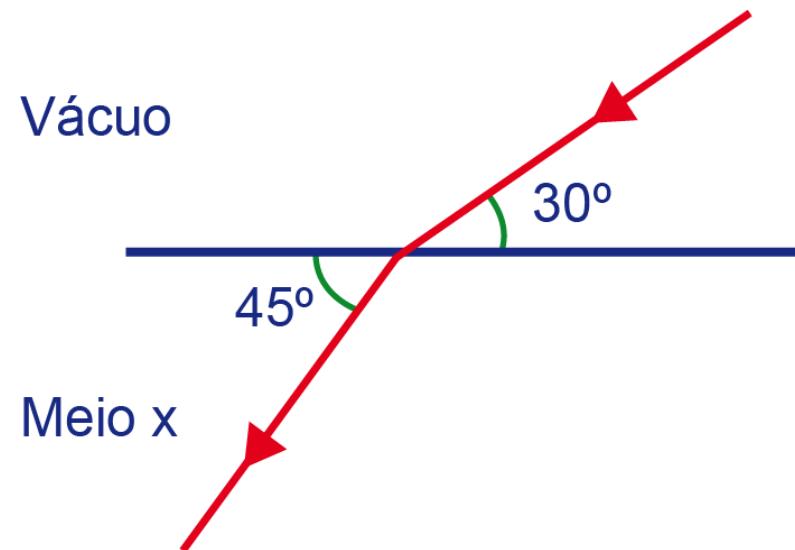
Reflexão e Refração da Luz



OBSERVAÇÃO: A luz, ao passar de um meio mais refringente para um menos, se afasta da normal.

EXEMPLO

Um raio luminoso forma ângulos iguais a 30° e 45° com a superfície que separa o vácuo e o meio X, como mostra a figura. Determine o índice de refração do meio X e a velocidade da luz nesse meio. $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$



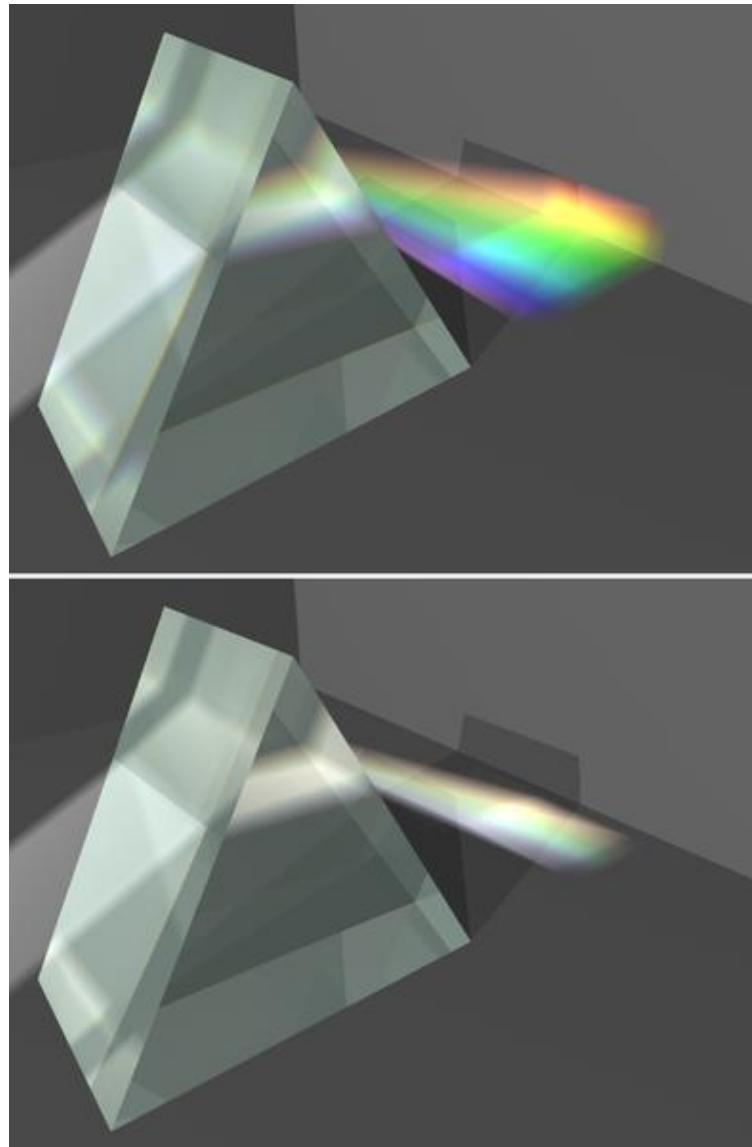
$$n_1 \operatorname{sen} i = n_2 \operatorname{sen} r$$

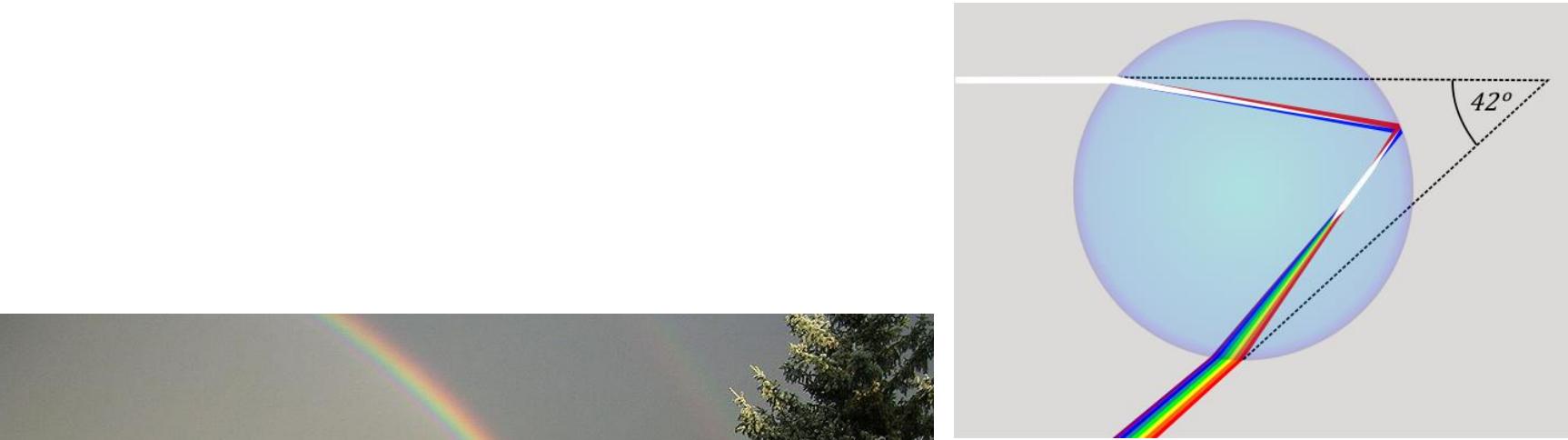
$$1 \cdot \operatorname{sen} 60^\circ = n_2 \operatorname{sen} 45^\circ$$

$$1 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = n_2 \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow n_2 = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} = 1,21$$

$$n_2 = \frac{c}{v_2} \Rightarrow 1,21 = \frac{3 \cdot 10^8}{v_2} \Rightarrow v_2 = 2,48 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

Reflexão e Refração da Luz





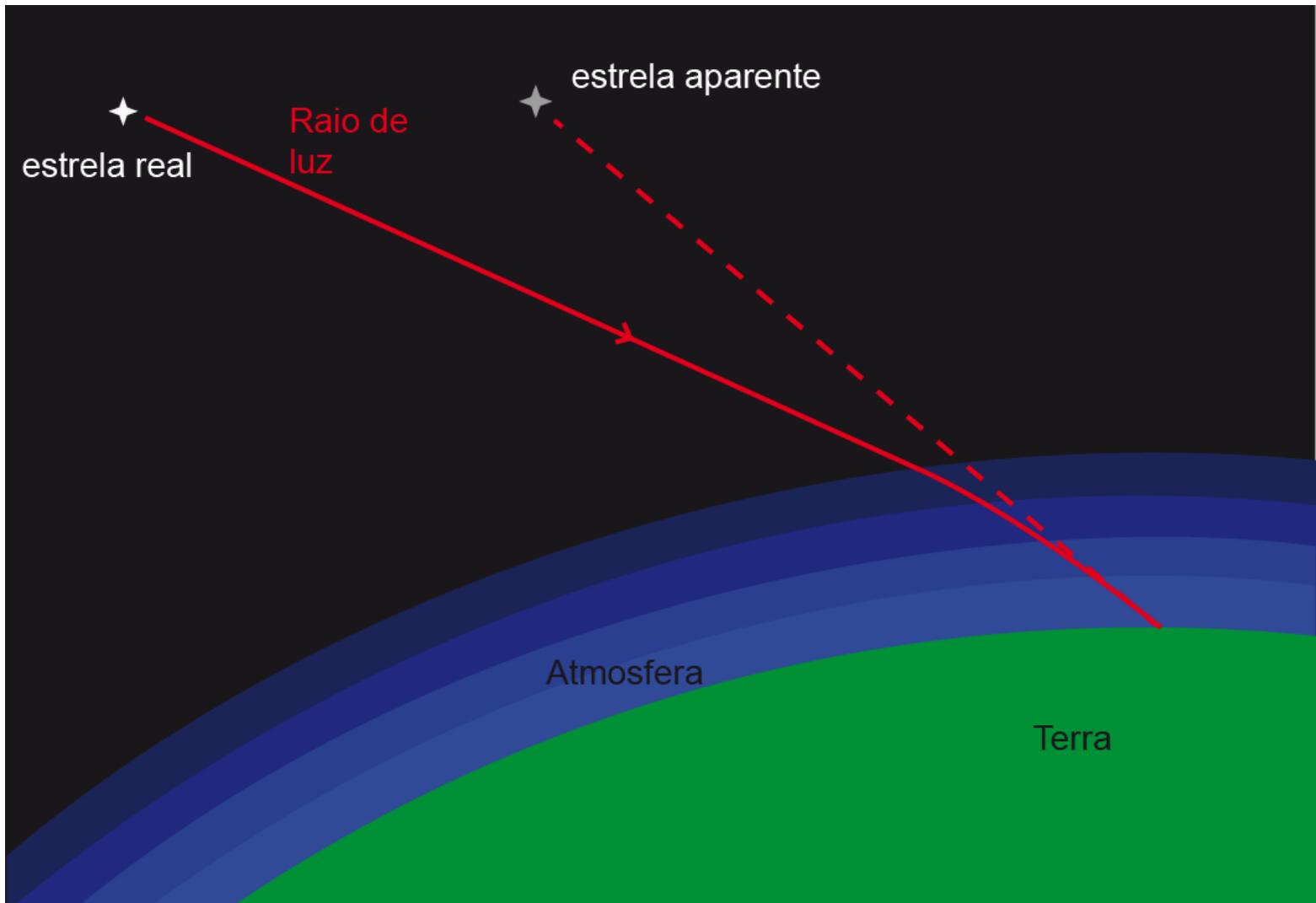
Reflexão e Refração da Luz

Refração da Luz – Posição Aparente



A refração da luz faz com que uma piscina pareça ser rasa.

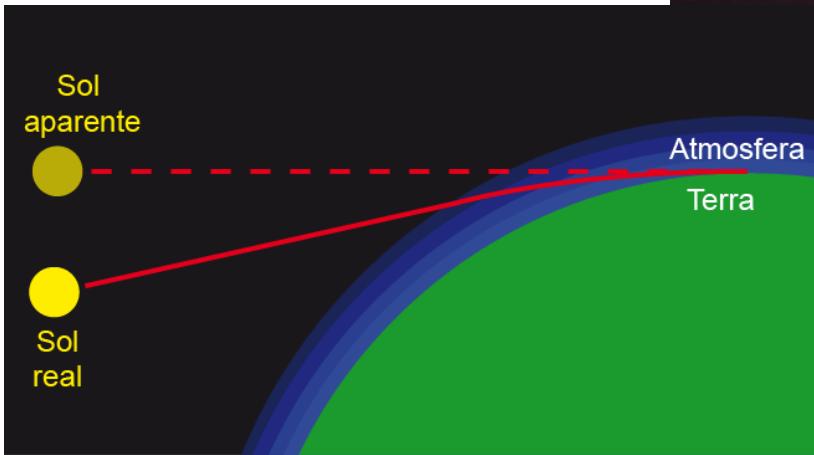
Refração da Luz – Posição Aparente



Refração da Luz – Posição Aparente

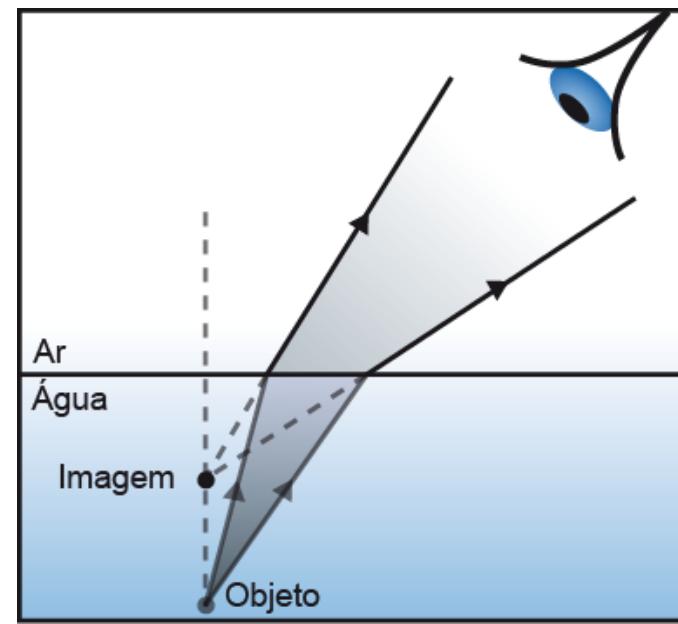
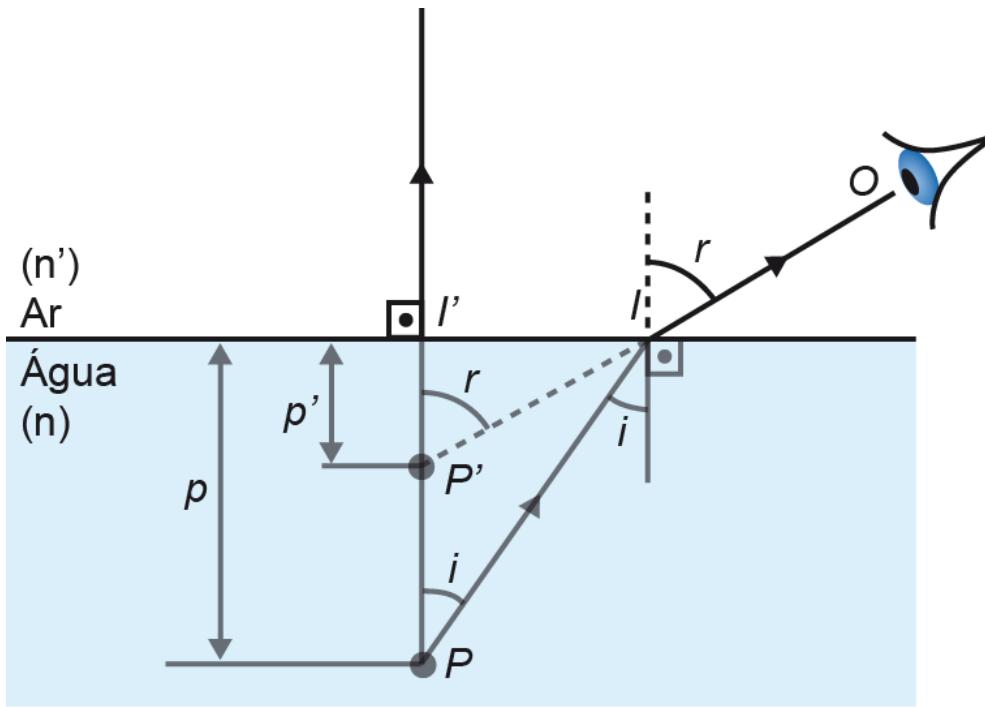


Posição aparente do sol.



O avermelhado do Sol é devido à refração atmosférica.

DIOPTRO PLANO

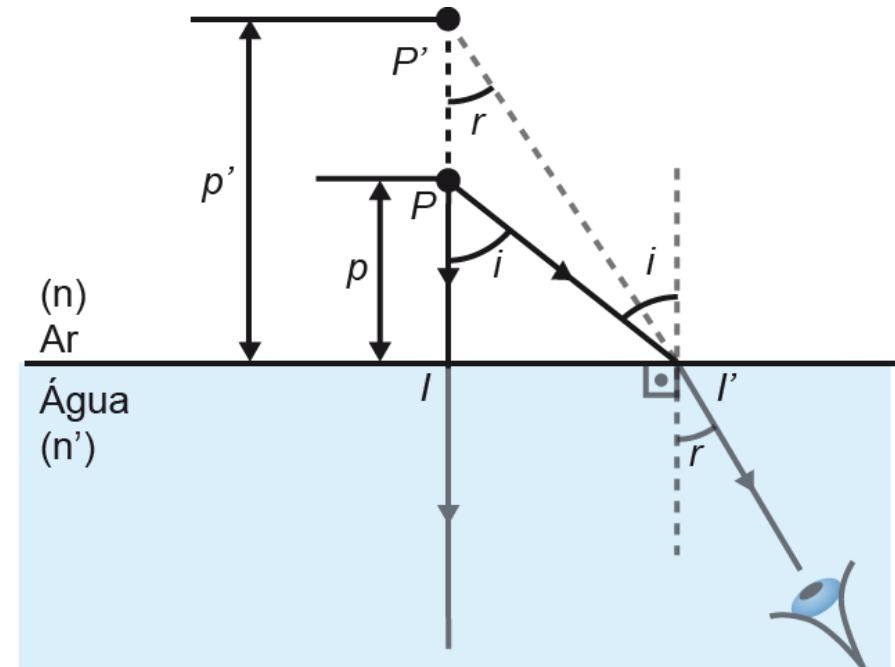
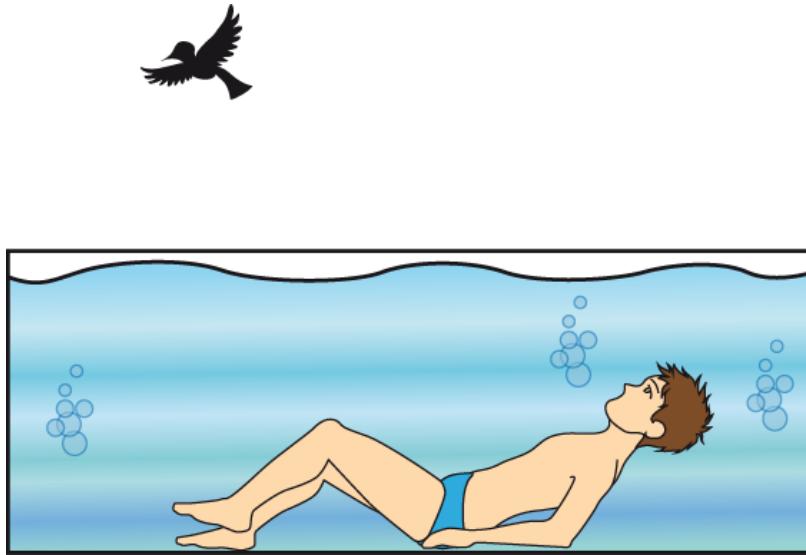


$$n \operatorname{sen} i = n' \operatorname{sen} r$$

$$n \frac{II'}{\rho} = n' \frac{II'}{\rho'} \Rightarrow \frac{n}{\rho} = \frac{n'}{\rho'} \Rightarrow \frac{n_{\text{água}}}{\rho} = \frac{n_{\text{ar}}}{\rho'}$$

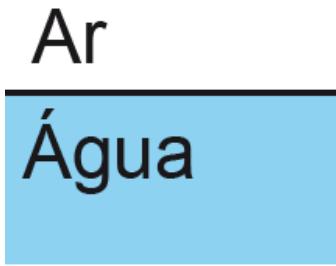
$$\operatorname{sen} r \cong t_{\text{gr}} \quad \operatorname{sen} i \cong t_{\text{gi}}$$

DIOPTRO PLANO



$$n \frac{II'}{\rho} = n' \frac{II'}{\rho'} \Rightarrow \frac{n}{\rho} = \frac{n'}{\rho'} \Rightarrow \frac{n_{ar}}{\rho} = \frac{n_{\text{água}}}{\rho'}$$

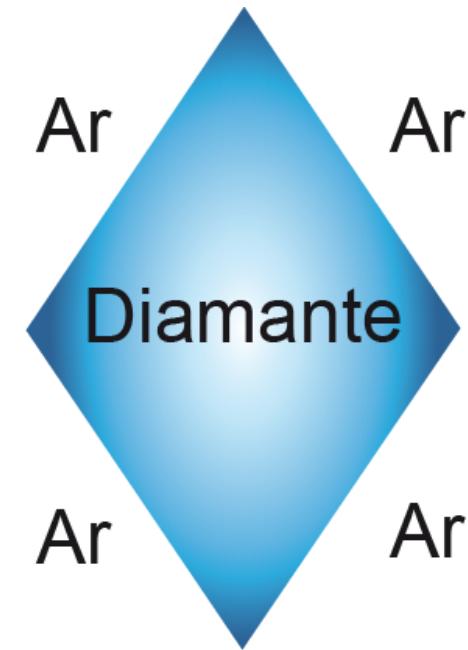
DIOPTRO PLANO



Ar



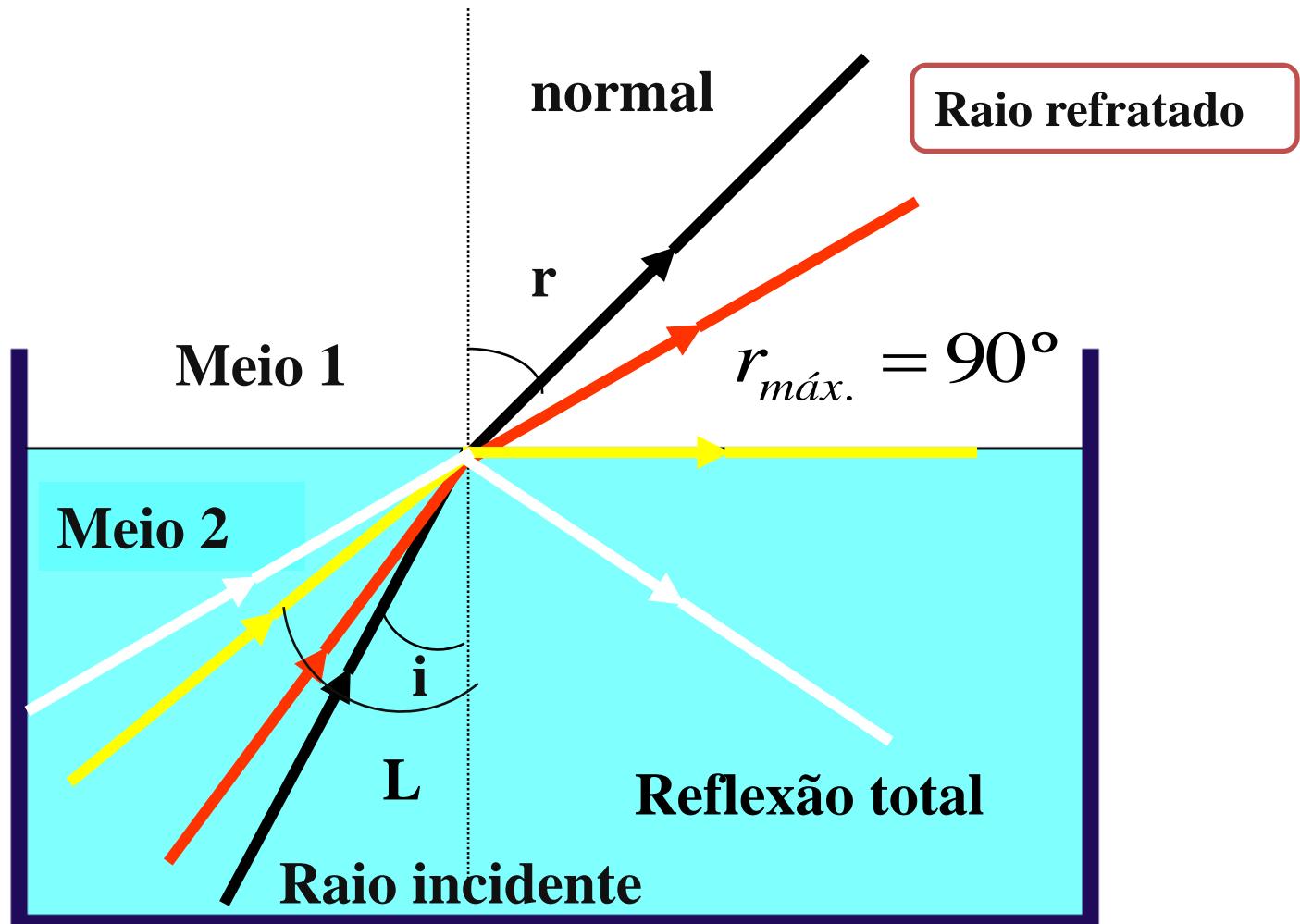
Vidro



Ar

Ar

ÂNGULO LIMITE DE REFRAÇÃO – REFLEXÃO TOTAL



Esse fenômeno só ocorre quando a luz passa de um meio mais refringente para um meio menos refringente

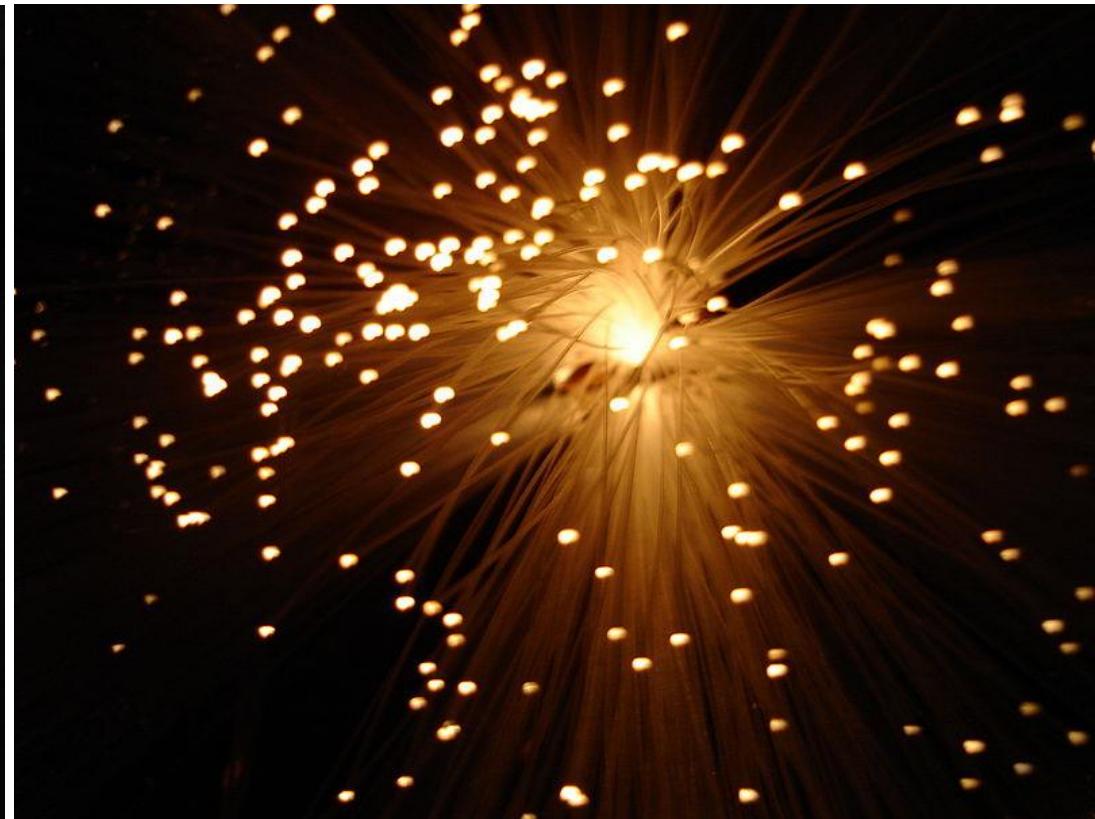
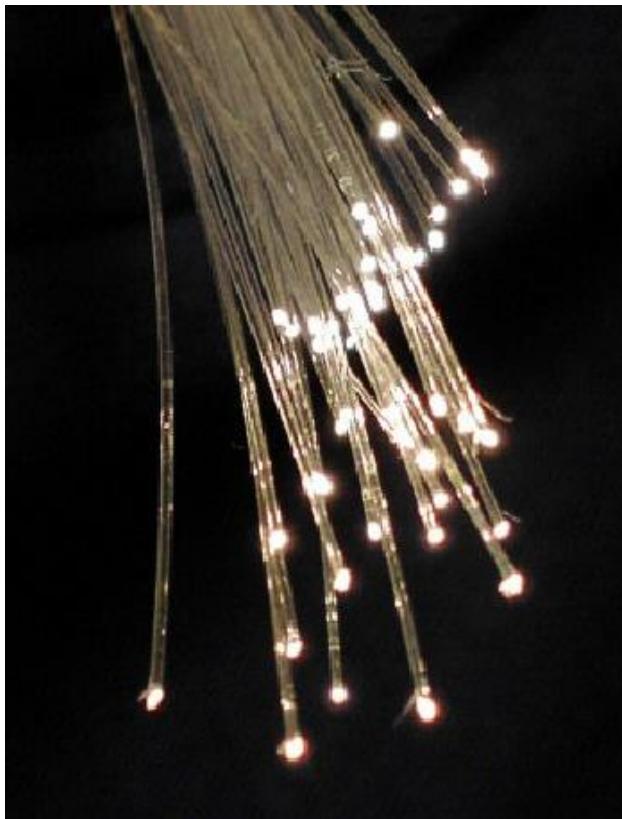
Reflexão e Refração da Luz

$$n_1 \operatorname{sen} i = n_2 \operatorname{sen} r$$

$$n_2 \operatorname{sen} L = n_1 \operatorname{sen} 90^\circ$$

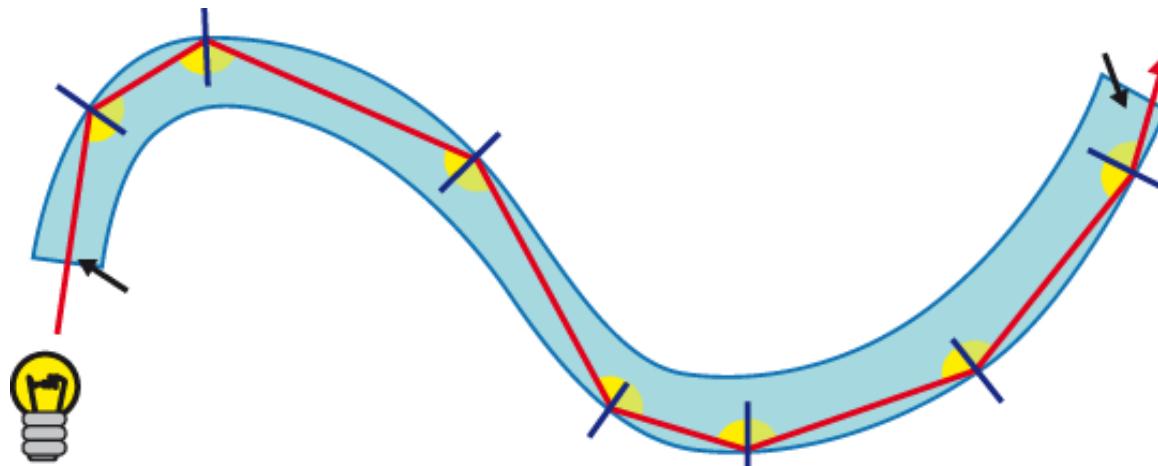
$$\operatorname{sen} L = \frac{n_1}{n_2} = \frac{n_{menor}}{n_{maior}}$$

REFLEXÃO TOTAL - APLICABILIDADE

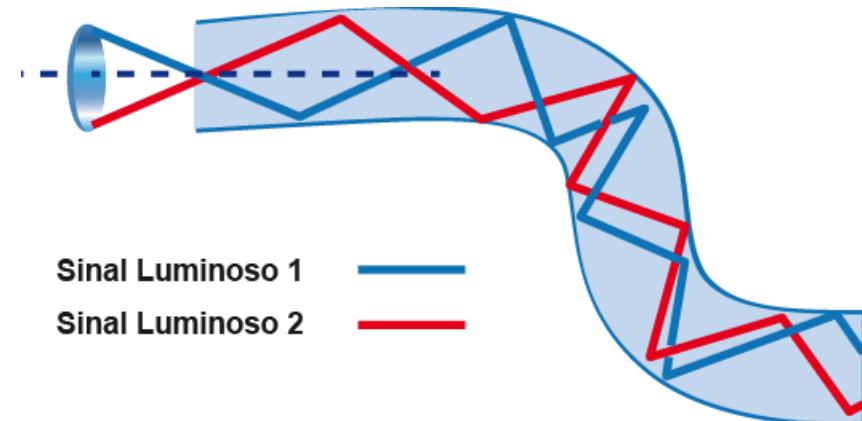
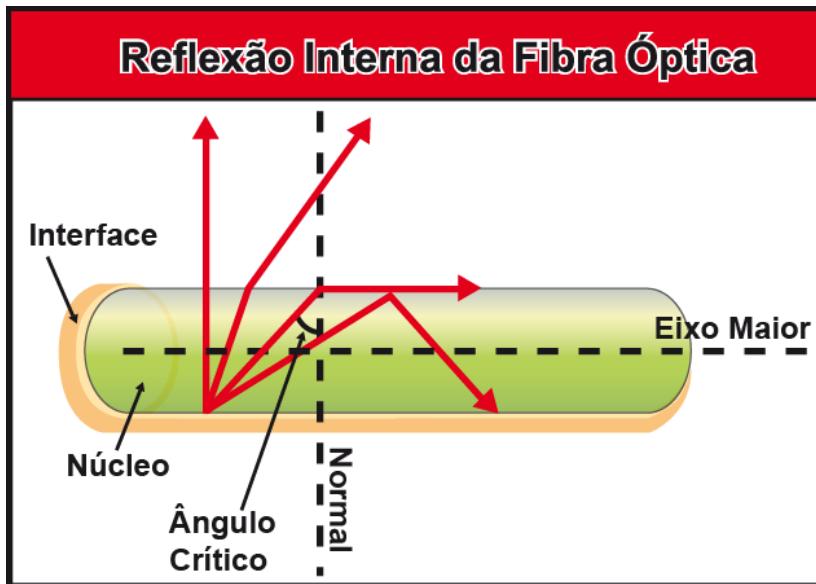


Fibra Óptica

Reflexão e Refração da Luz

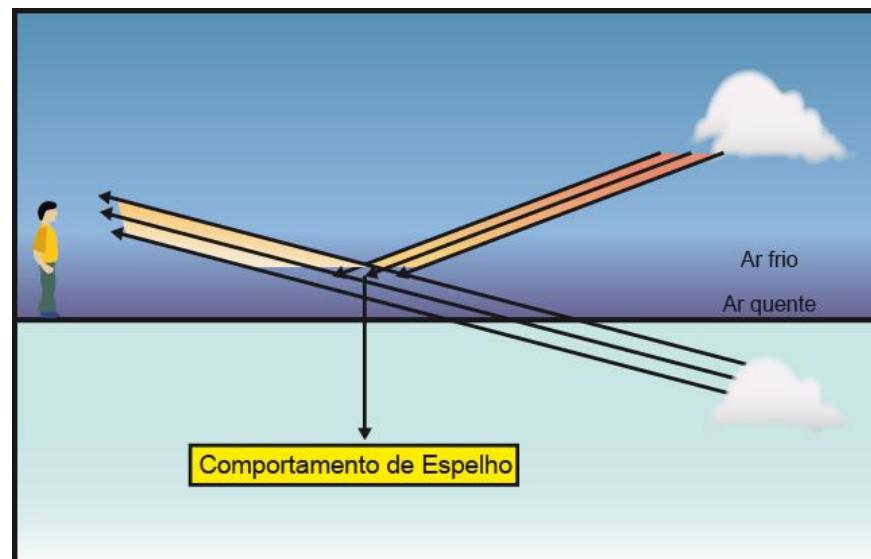
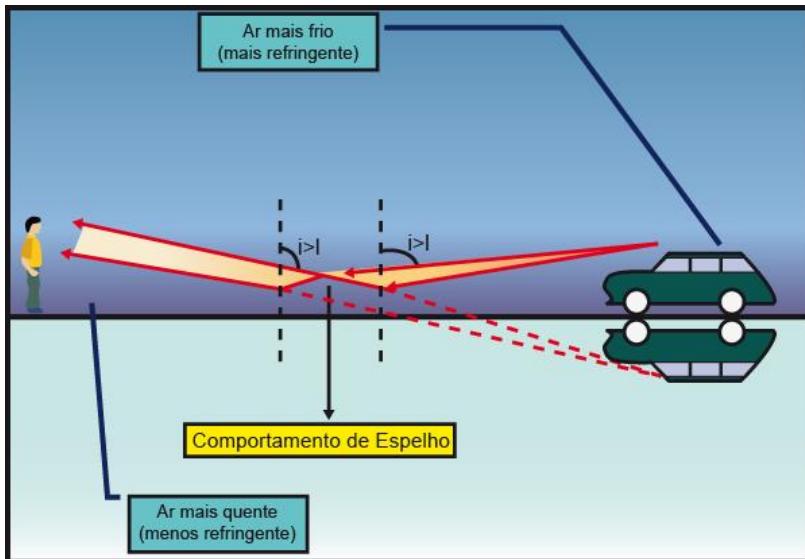


Fibra Óptica

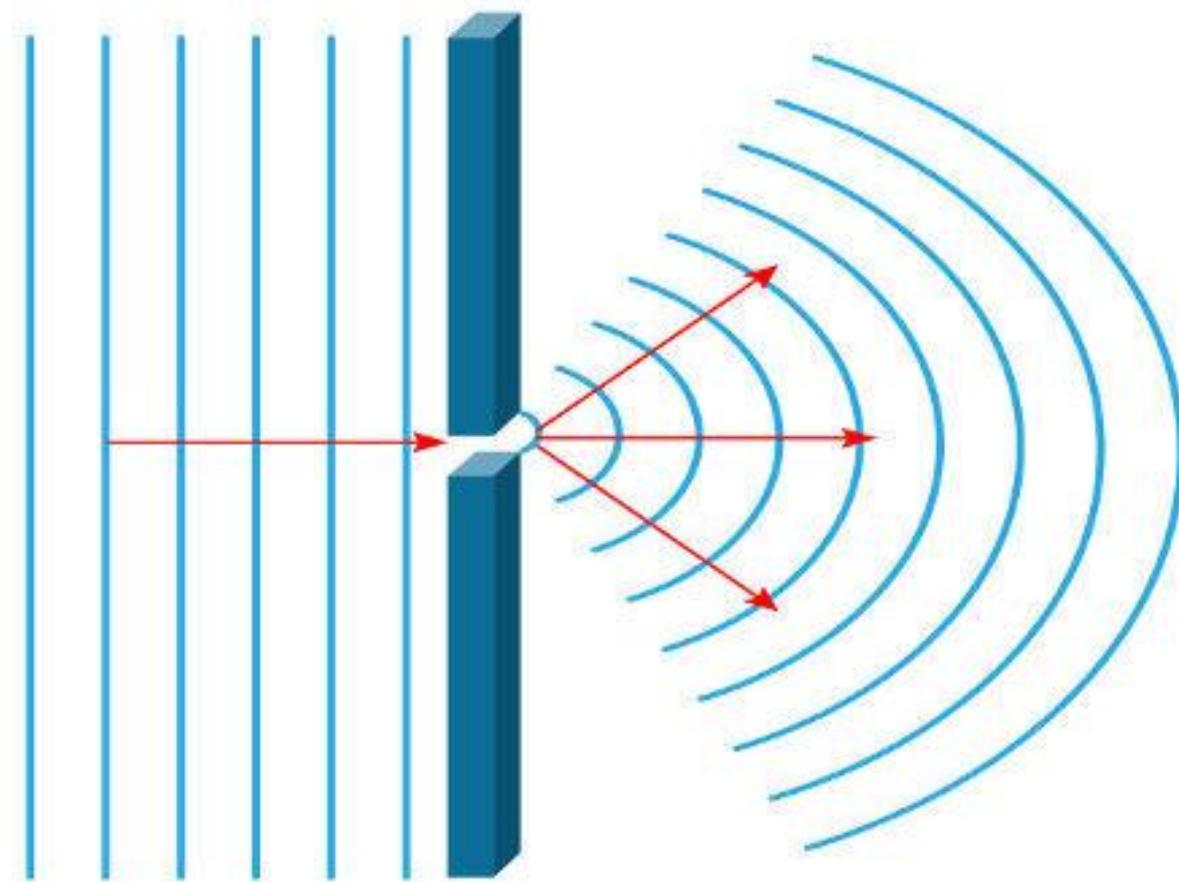


Reflexão e Refração da Luz

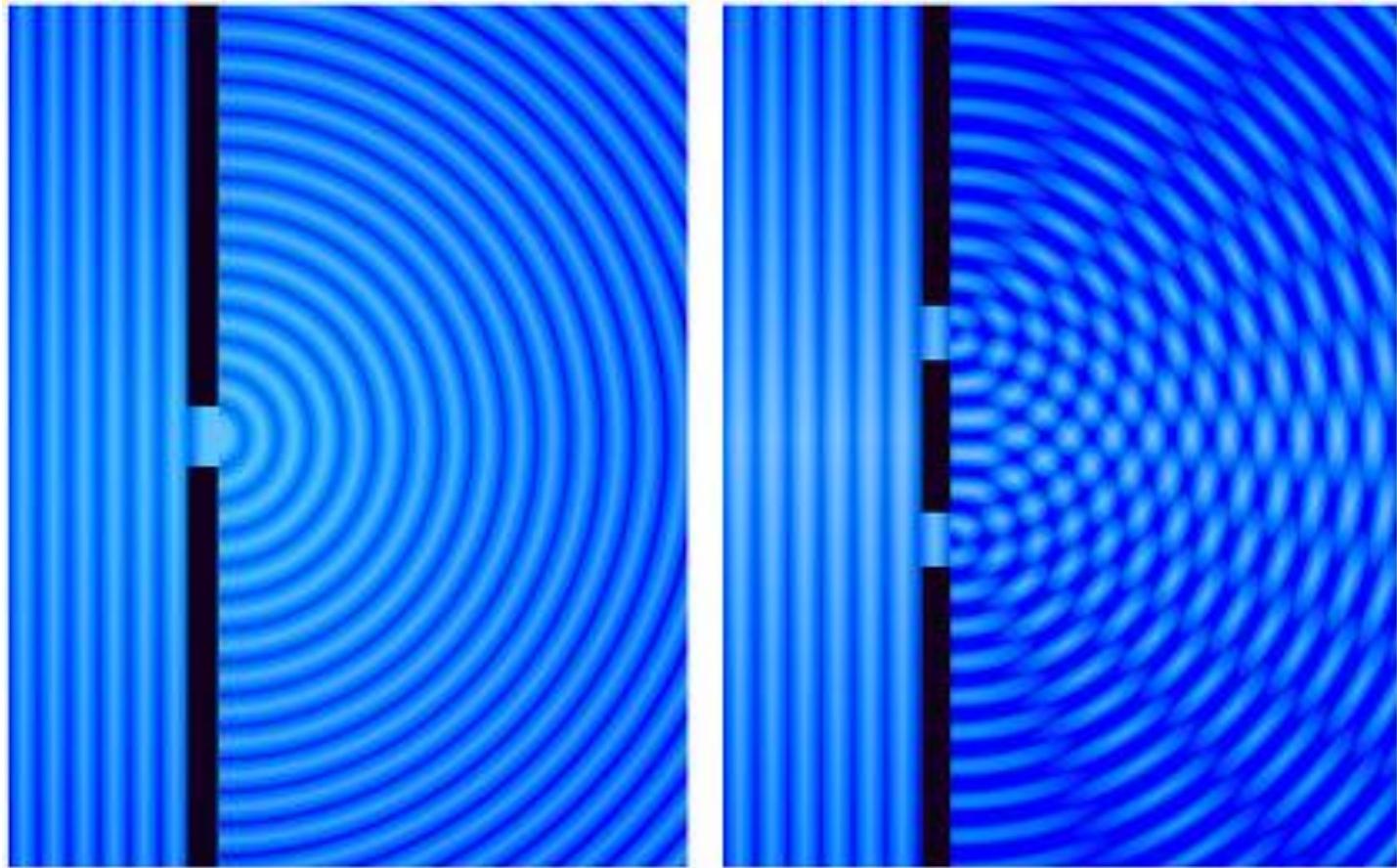
Devido à variação da densidade do ar com a temperatura, temos a ilusão em dias quentes e secos, de poças de água, imagens de carros, de nuvens etc., de miragens em desertos, pois o Sol, em contato com o solo, deixa o ar mais quente e, consequentemente, menos refringente que o ar das camadas superiores. Isso faz com que os raios de luz sofram reflexão total em camadas próximas ao solo, subam e atinjam os olhos de um observador, que terá a impressão de que no solo existe um espelho fornecendo a imagem do objeto.



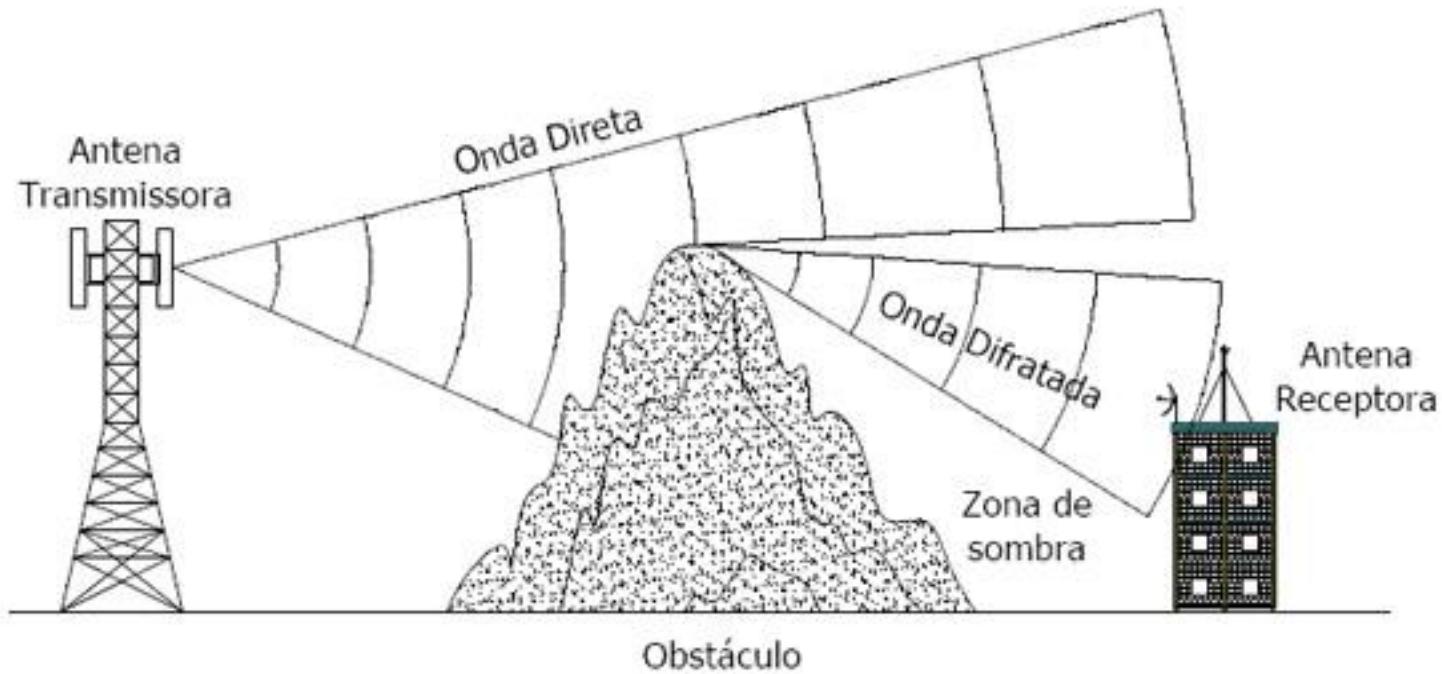
Difração da Luz



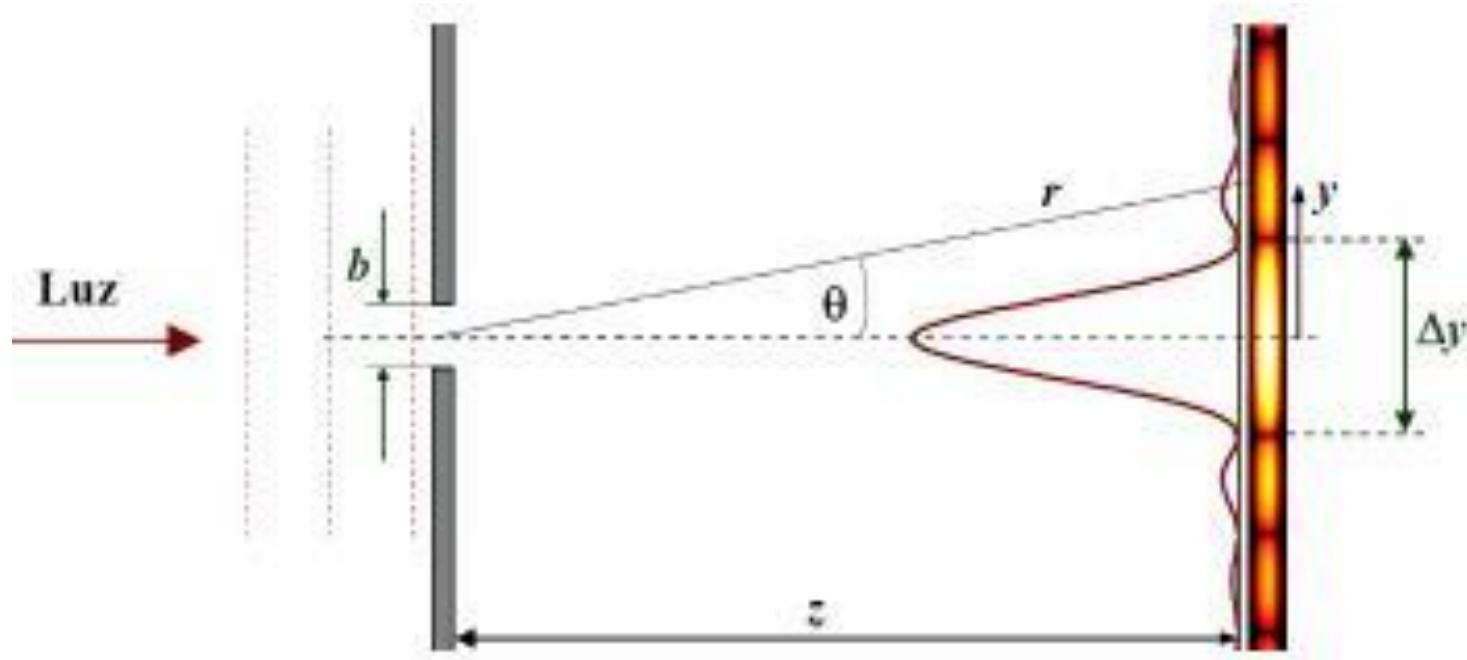
Difração da Luz



Difração da Luz



Difração da Luz



Poder de Resolução – Acuidade Visual

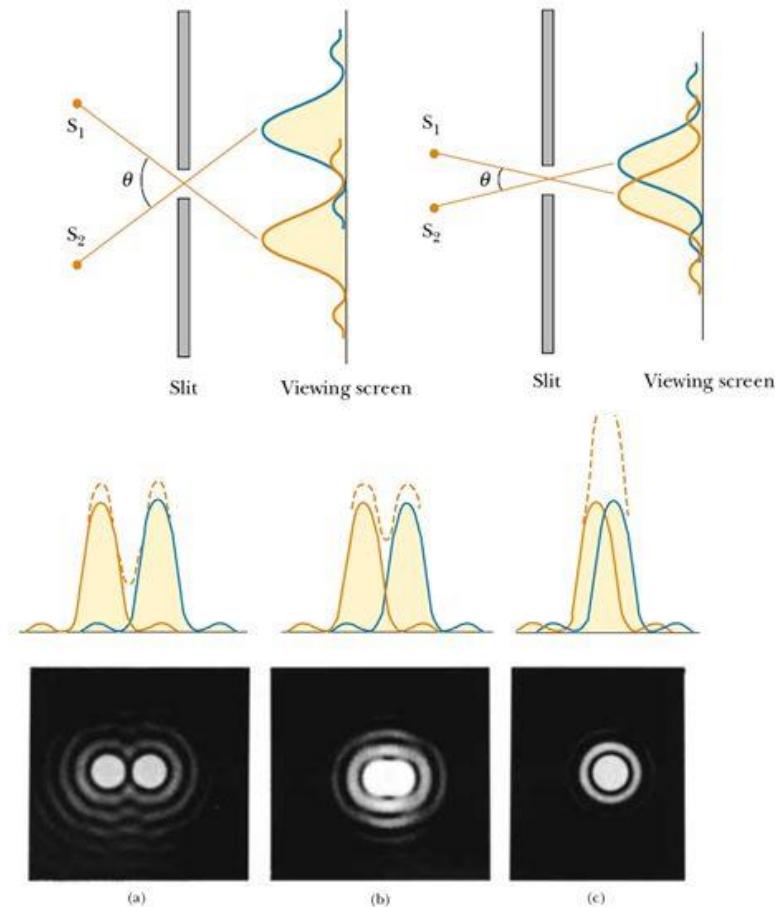
Resolução de abertura circular

- Suponha a imagem formada por duas fontes distintas após passar por uma fenda circular (ex.: olho humano)
- Fontes próximas: figuras de difração sobrepostas.
- Critério de Rayleigh:
 - duas fontes são distinguíveis se **máximo** de uma figura de interferência coincide com o **mínimo** da outra.

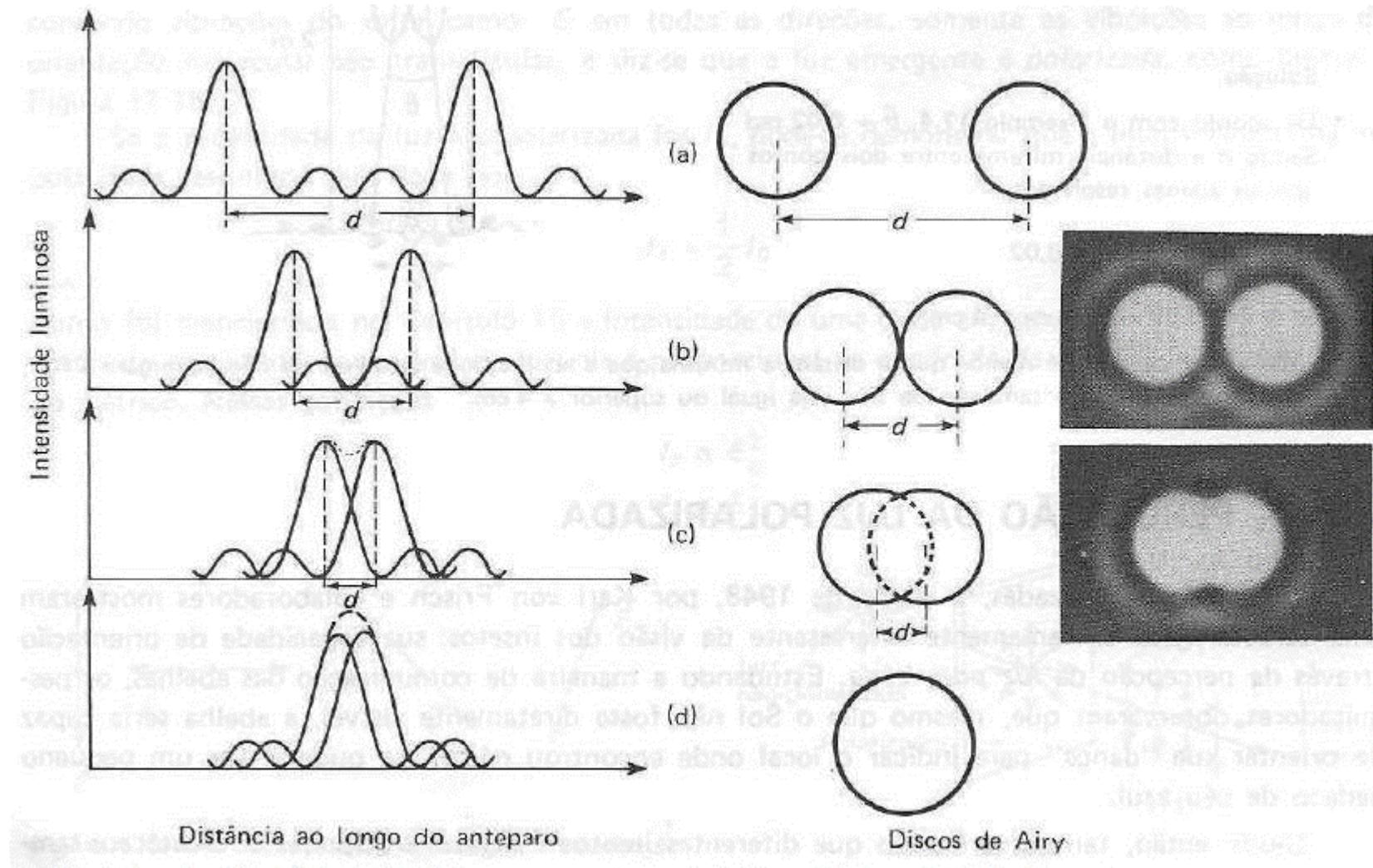
$$\sin \theta = 1,22 \frac{\lambda}{d}$$

- Para ângulos pequenos:

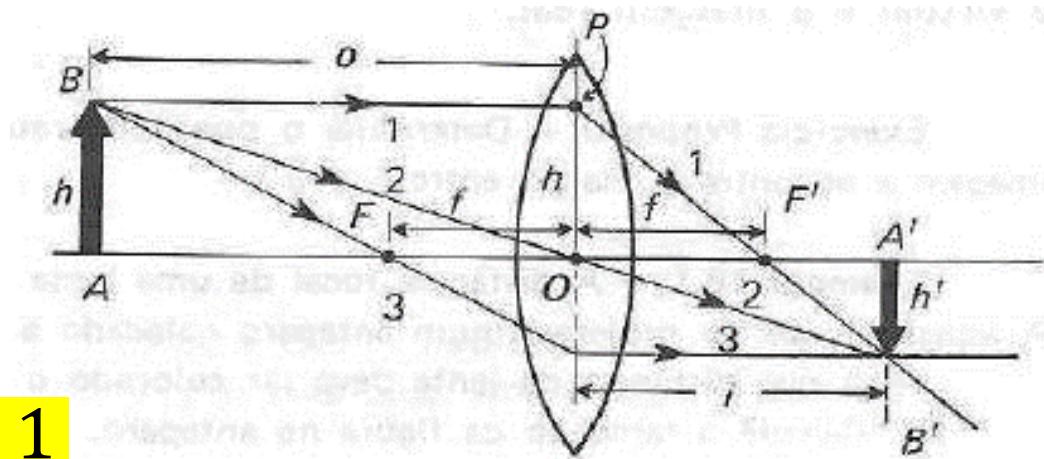
$$\theta_R = 1,22 \frac{\lambda}{d}$$



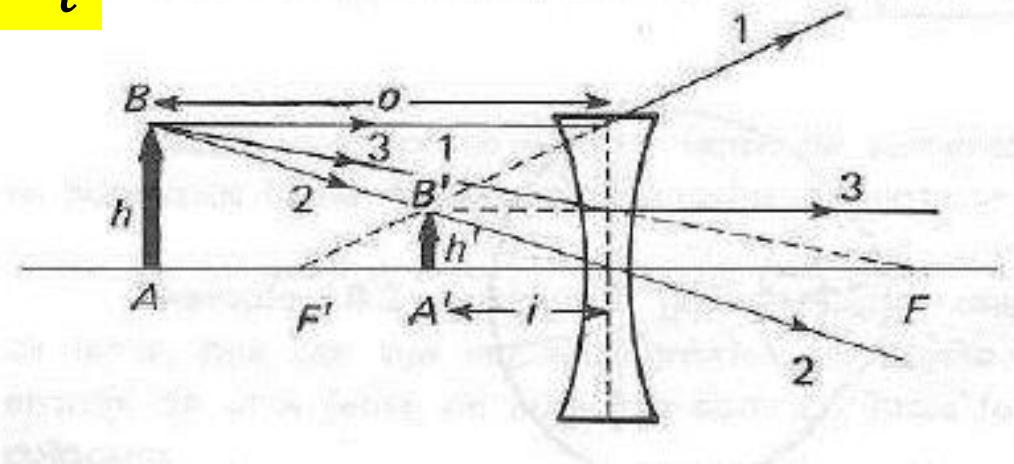
Poder de Resolução – Acuidade Visual



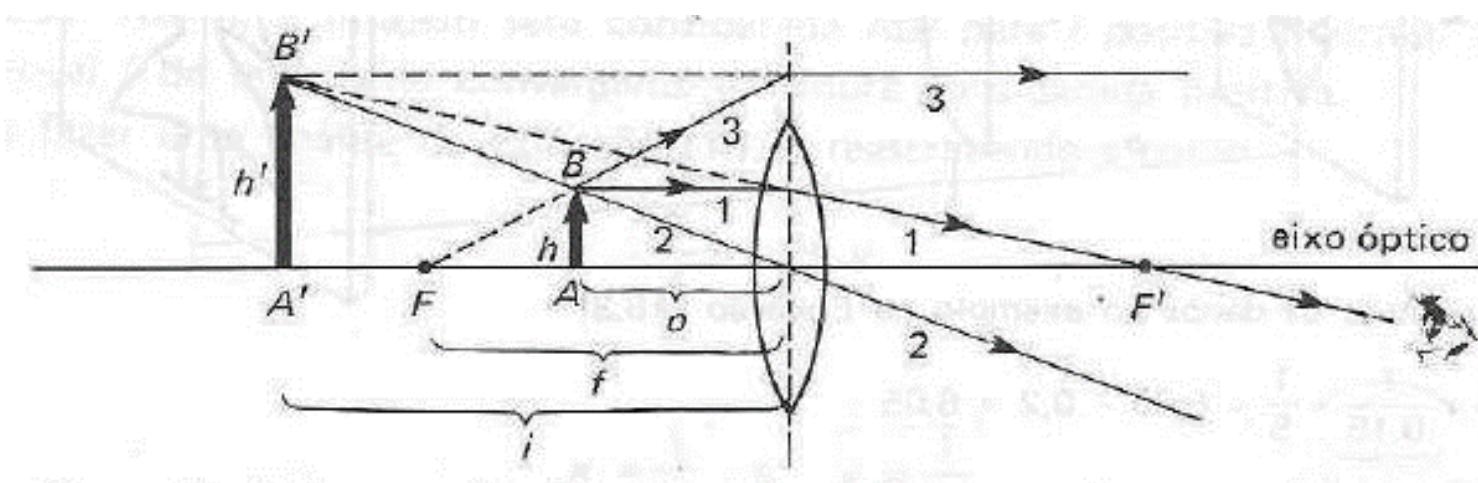
Formação de Imagem – Lentes



$$\frac{1}{f} = \frac{1}{o} + \frac{1}{i}$$

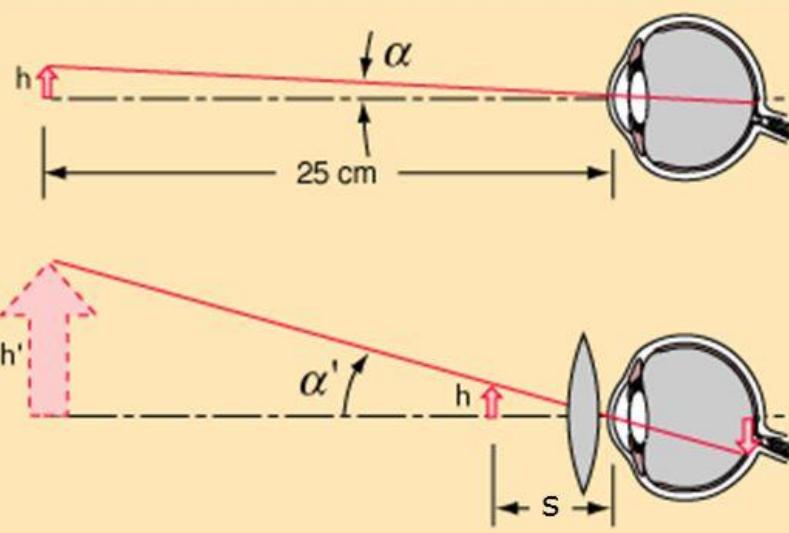


Lentes de Aumento



Aumento Angular

Lupa



Ponto próximo = 25cm

$$M_\alpha = \text{aumento angular} \rightarrow M_\alpha = \frac{25cm}{f}$$

Obs.: com o valor de f em centímetros

Para pequenos ângulos

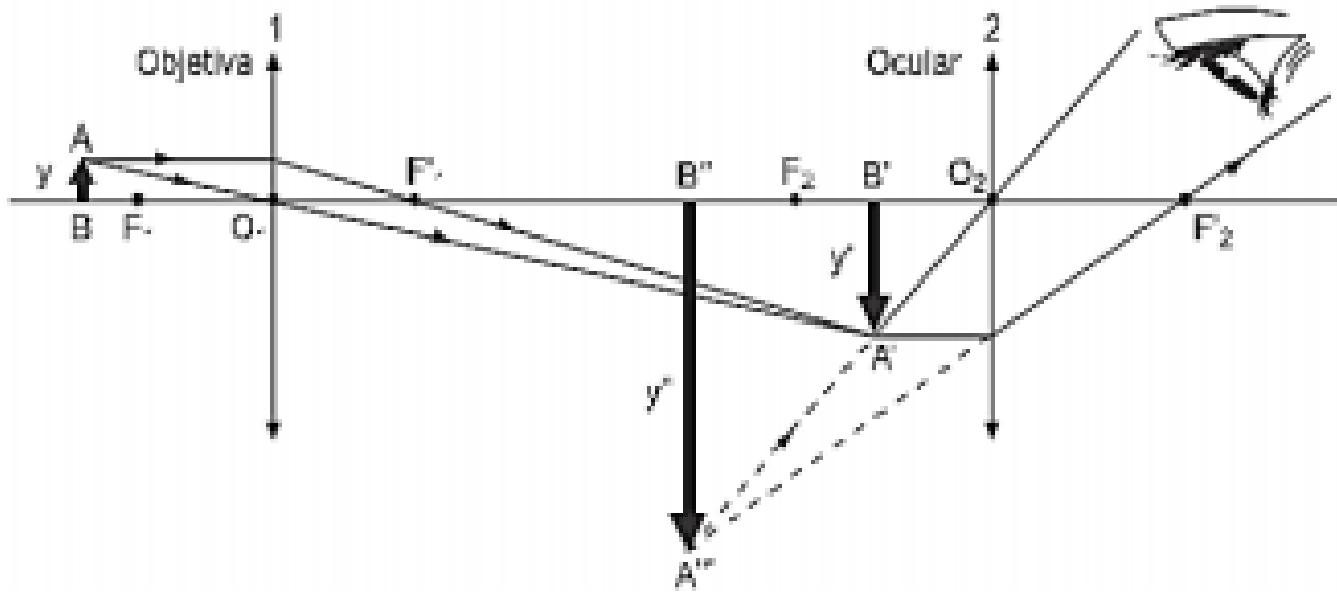
$$\alpha = \frac{h}{25} \quad \alpha' = \frac{h}{s}$$

$$M_\alpha = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{h/s}{h/25} = \frac{25}{s}$$

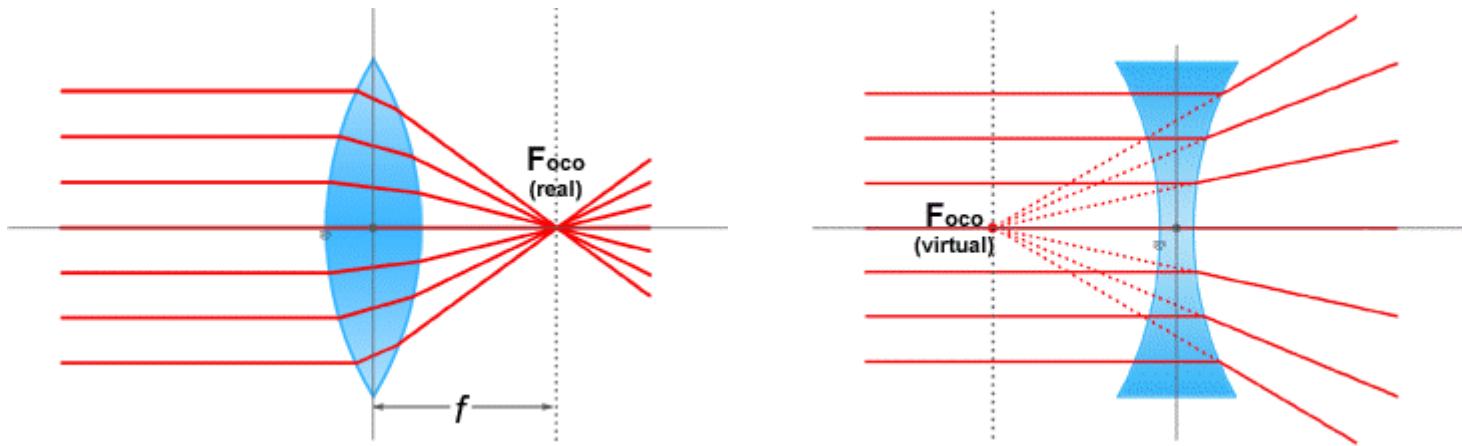
Quanto maior o valor de s' , maior o aumento, e isso acontece quando $s \rightarrow f$.

Se o objeto é colocado aproximadamente no ponto focal da lupa $s \approx f$

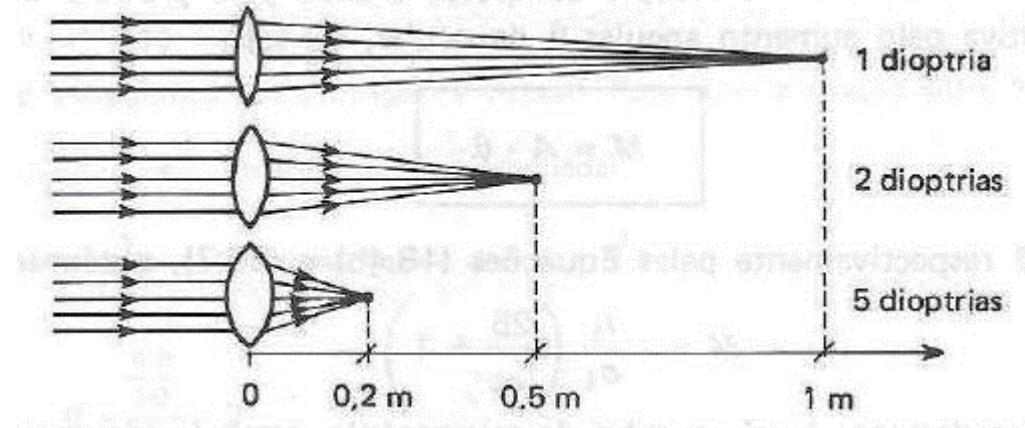
Microscópios Ópticos



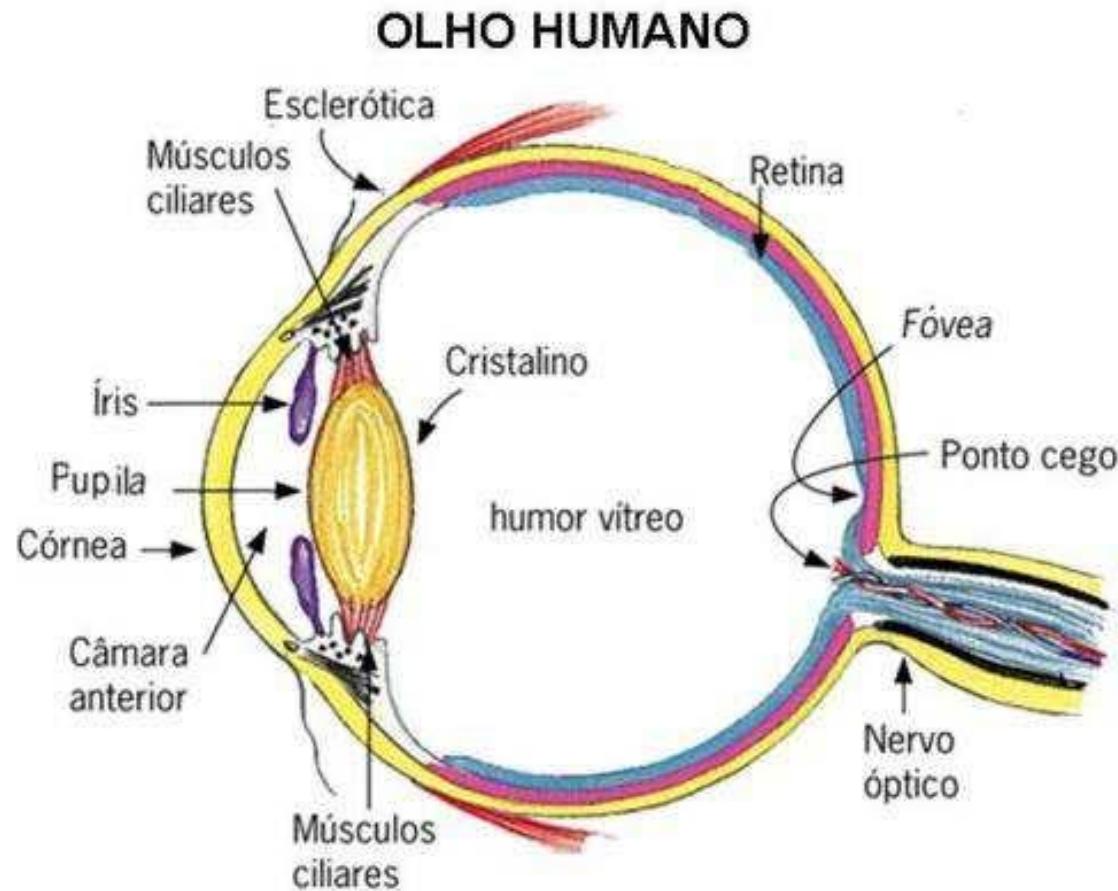
Convergência ou Vergência – Lentes



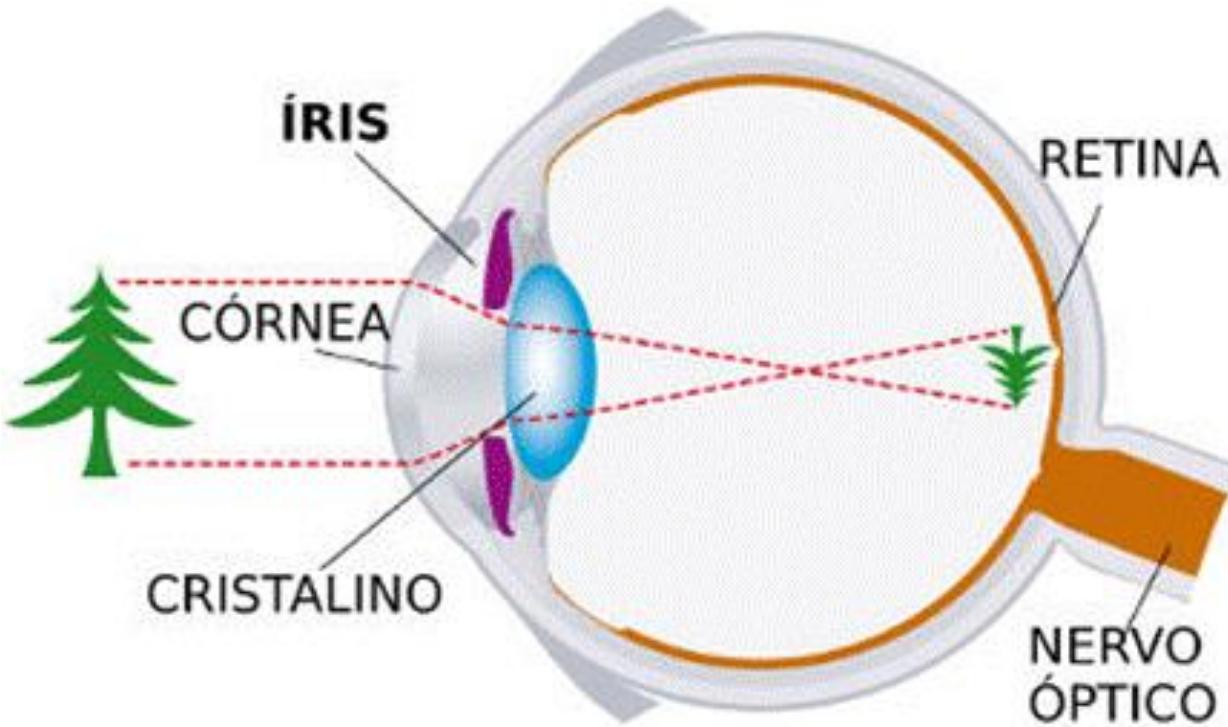
$$C = \frac{1}{f}$$



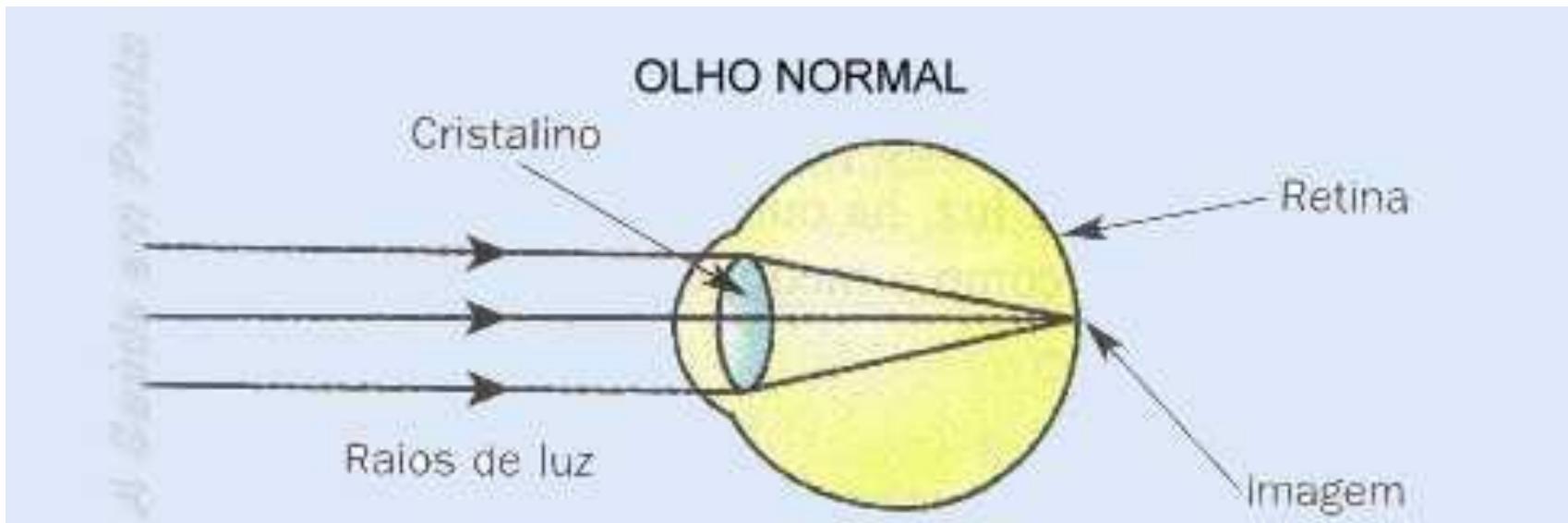
Biofísica da Visão



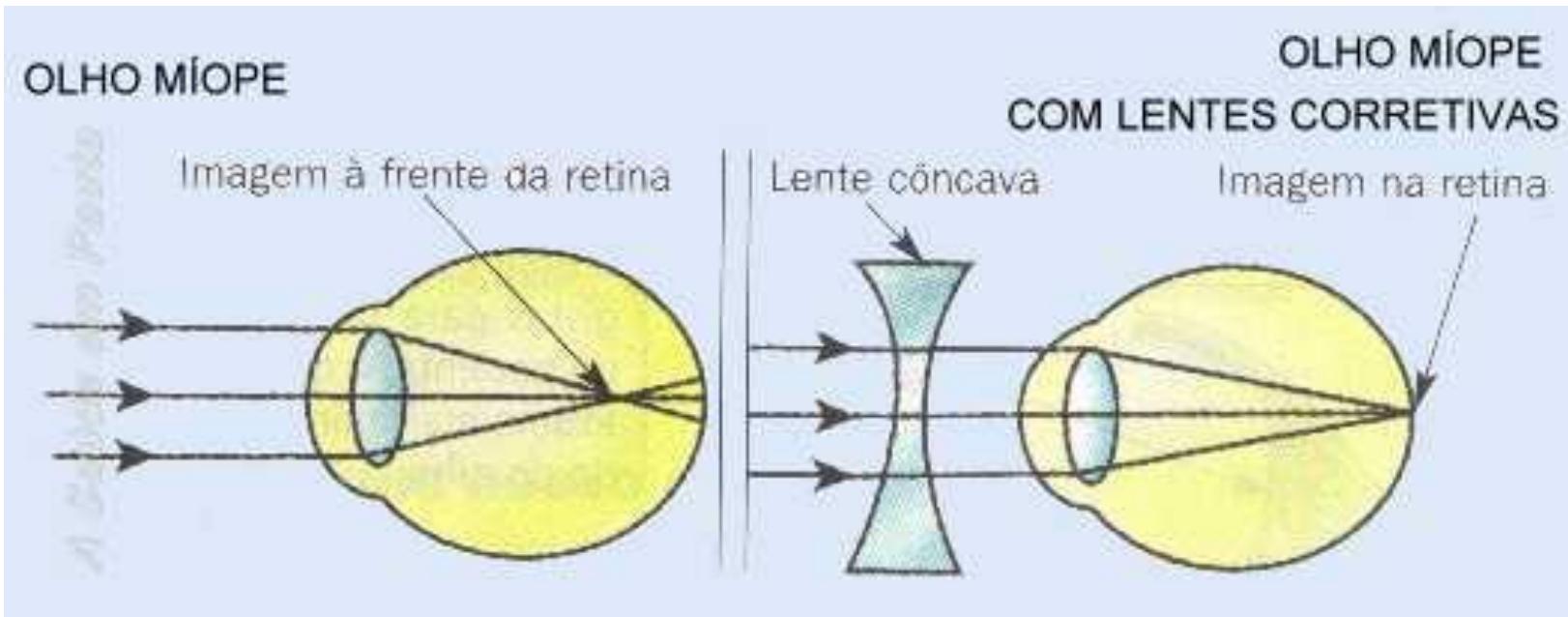
Biofísica da Visão



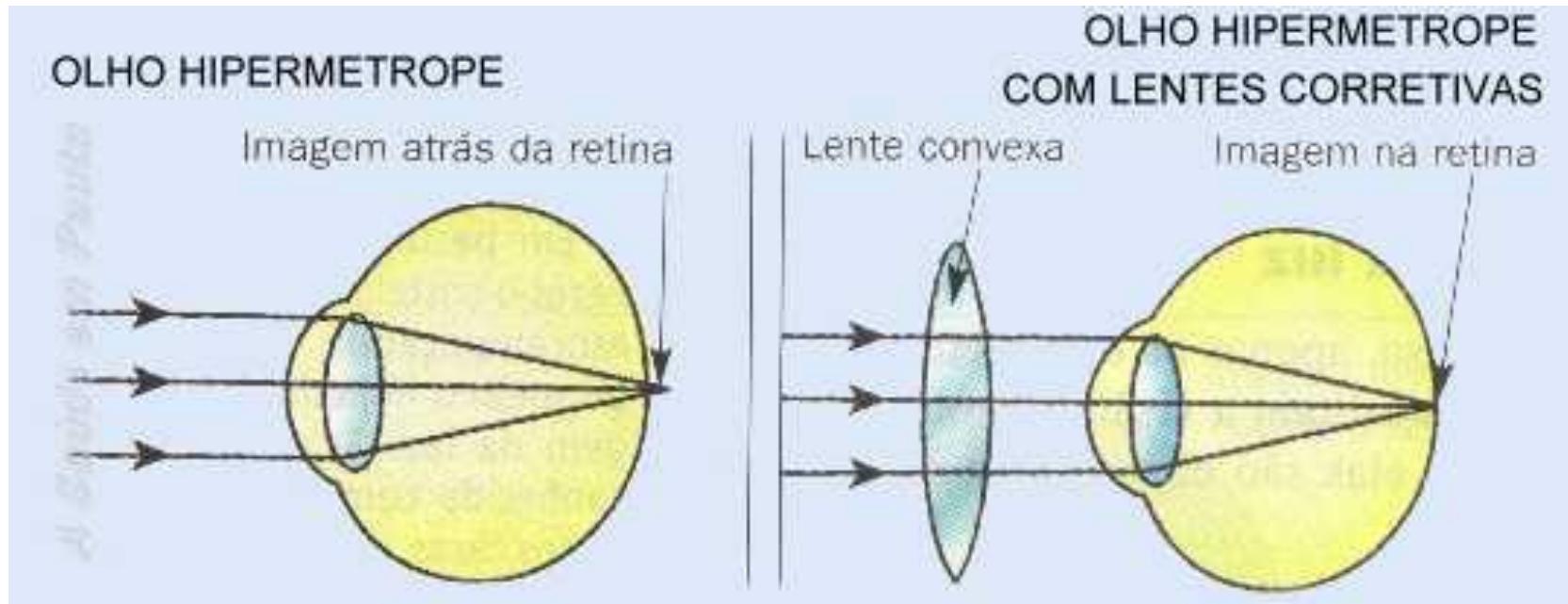
Biofísica da Visão – Defeitos Visuais



Biofísica da Visão – Defeitos Visuais



Biofísica da Visão – Defeitos Visuais



Biofísica da Visão – Defeitos Visuais

