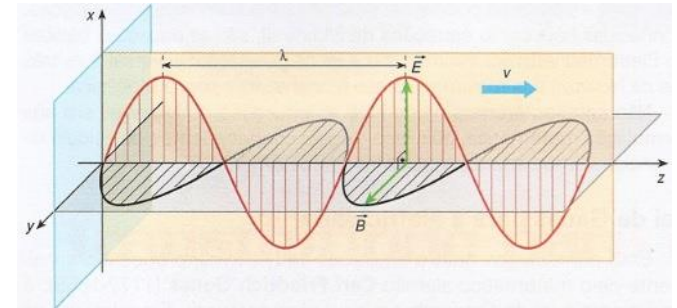


Retrospectiva

- Magnetismo → *Experimento de Oersted*
- Força magnética sobre cargas elétricas e fios condutores com corrente
- Campos magnéticos em fios retos, espiras e bobinas
- Young → Luz tem comportamento de onda

- Teoria Clássica do Eletromagnetismo → *Maxwell*
 $c \approx 300.000 \text{ km/s}$



- *Hertz* → confirma, *experimentalmente*, a existência de ondas eletromagnéticas
- Olho humano
- Luz e cores

- Ilusão de Óptica





Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Campus São Paulo

Óptica

Fenômenos Luminosos

3ª série Ensino Médio Integrado – 2.010

André Cipoli

Interação Radiação-Matéria

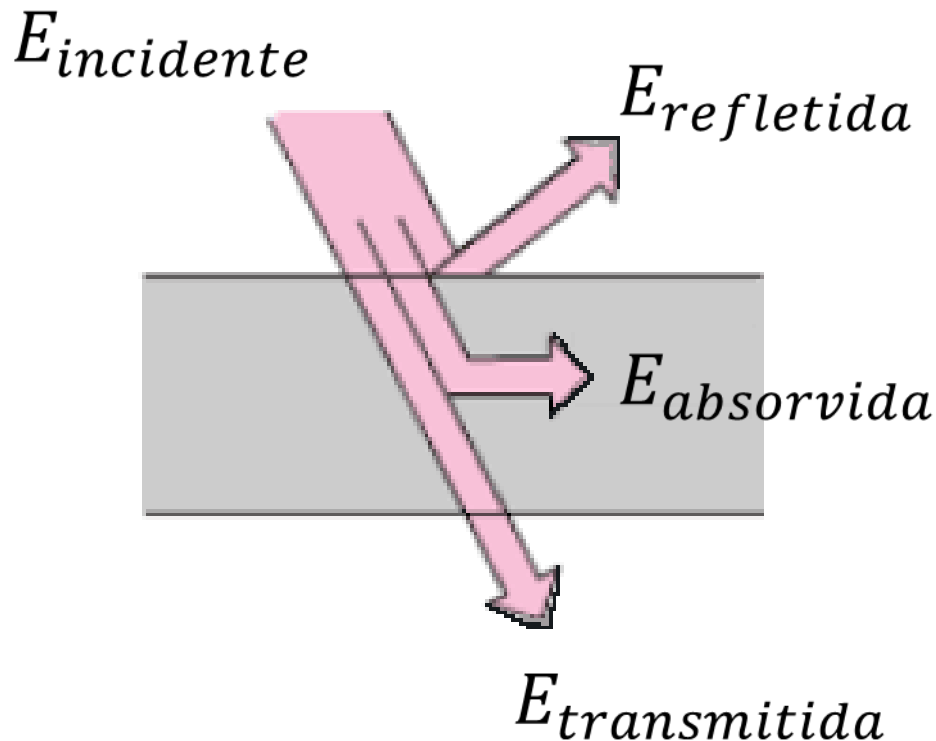
$$E_{\text{incidente}} = E_{\text{refletida}} + E_{\text{absorvida}} + E_{\text{transmitida}}$$

• **Reflexão de radiação**

• **Absorção de radiação**

(*com possível *reemissão* de parte)

• **Transmissão de radiação**



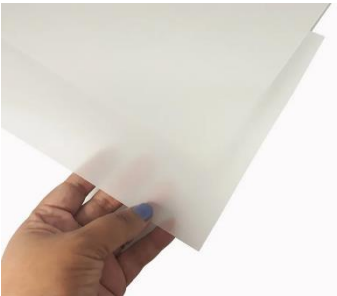
- Materiais **Opacos**: nenhuma energia é transmitida
- Materiais **Translúcidos**: parte da energia é transmitida
- Materiais **Transparentes**: praticamente toda energia é transmitida

Meios de propagação da luz (frequência)

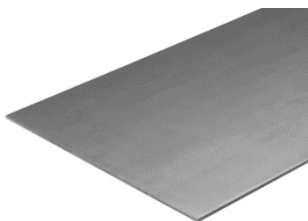
- **Transparentes:** permitem a passagem de luz, e o objeto **é** observado **nitidamente**;



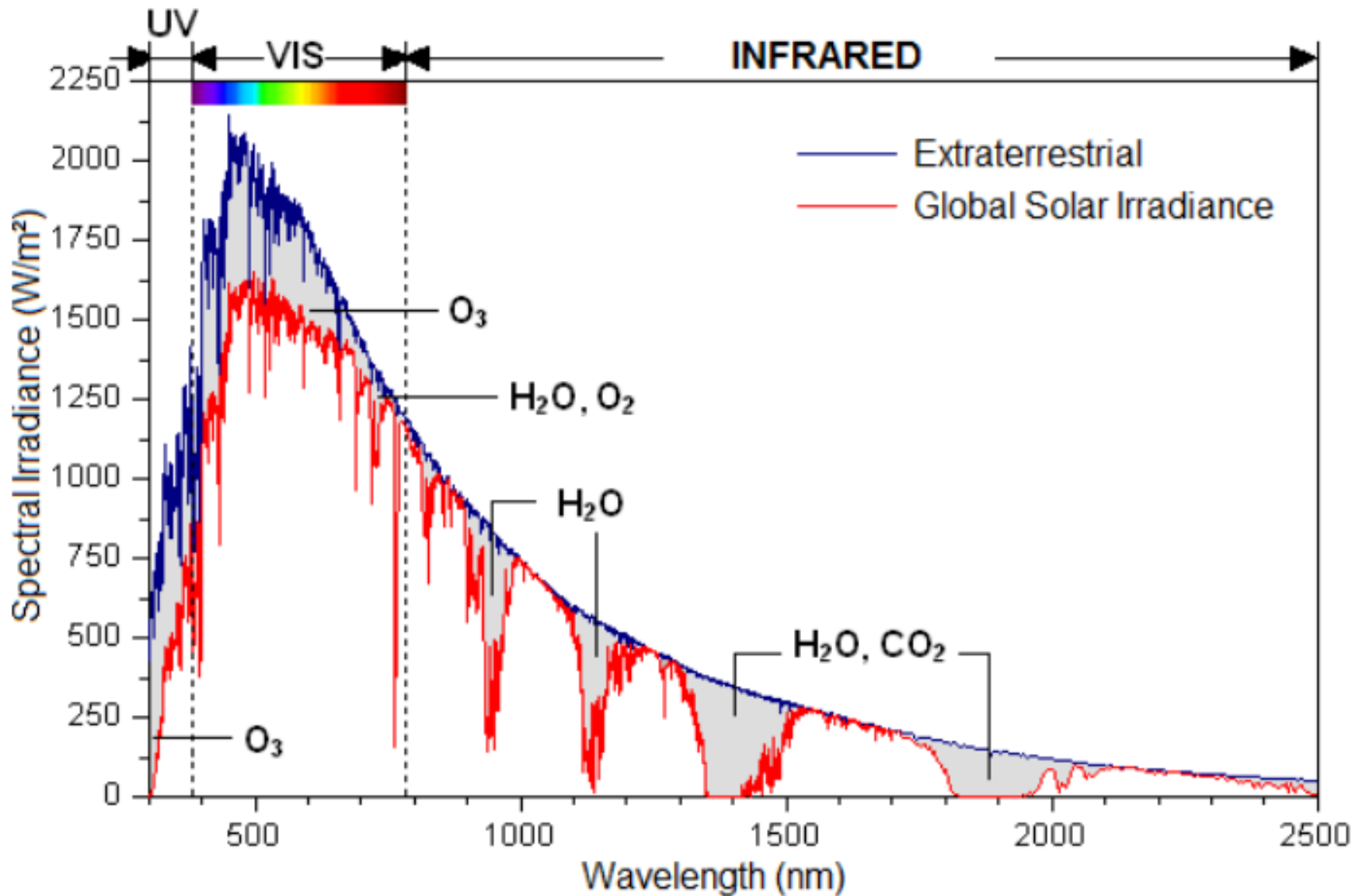
- **Translúcidos:** permitem a passagem de luz, porém o objeto **não é** observado **nitidamente**;



- **Opacos:** não permitem a passagem de luz;



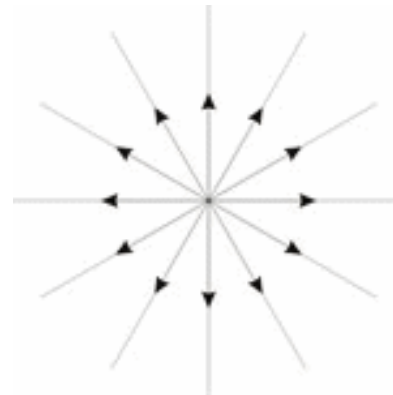
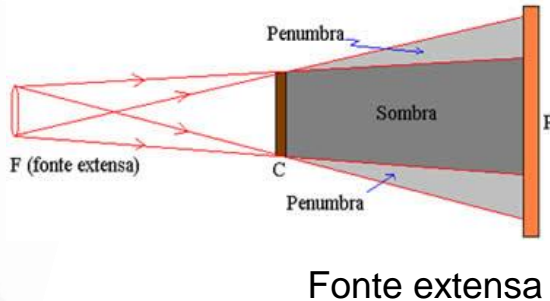
Espectro Solar



Standard solar spectrum.

Princípios da Óptica Geométrica

- **Propagação retilínea da luz**

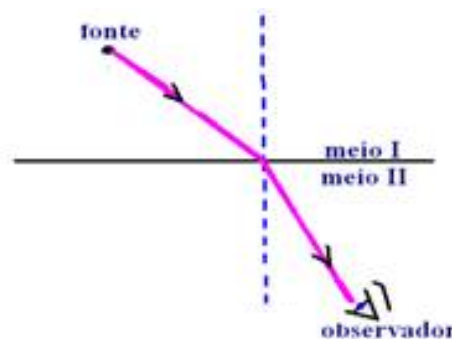
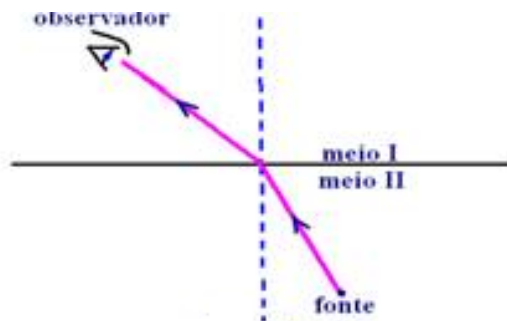


Fonte pontual

- **Independência dos raios luminosos**



- **Reversibilidade dos raios luminosos**

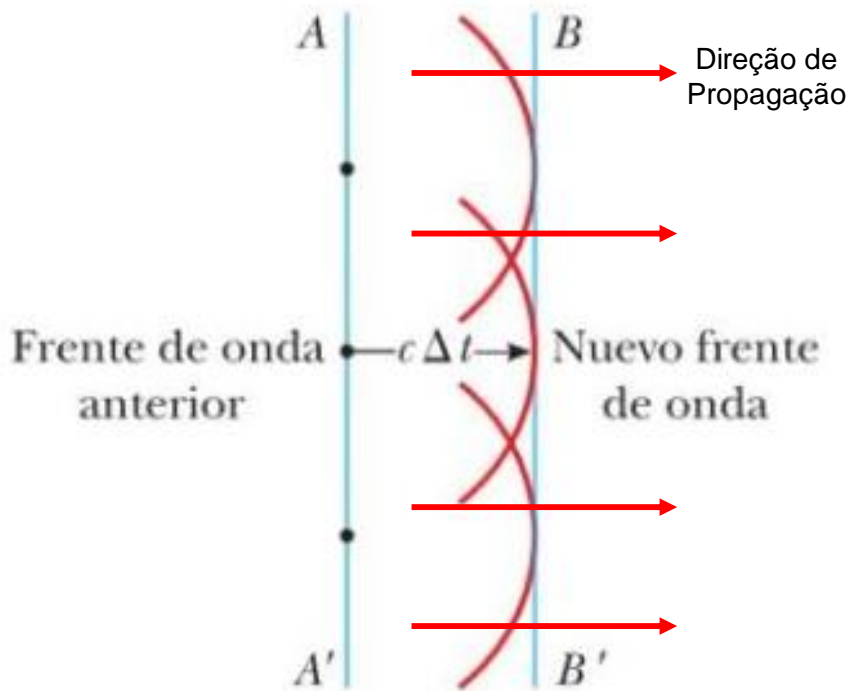


Princípio de Huygens

Processo **geométrico** que determina que cada frente de onda atua como uma nova série de fontes pontuais, gerando novas frentes de ondas e assim por diante.

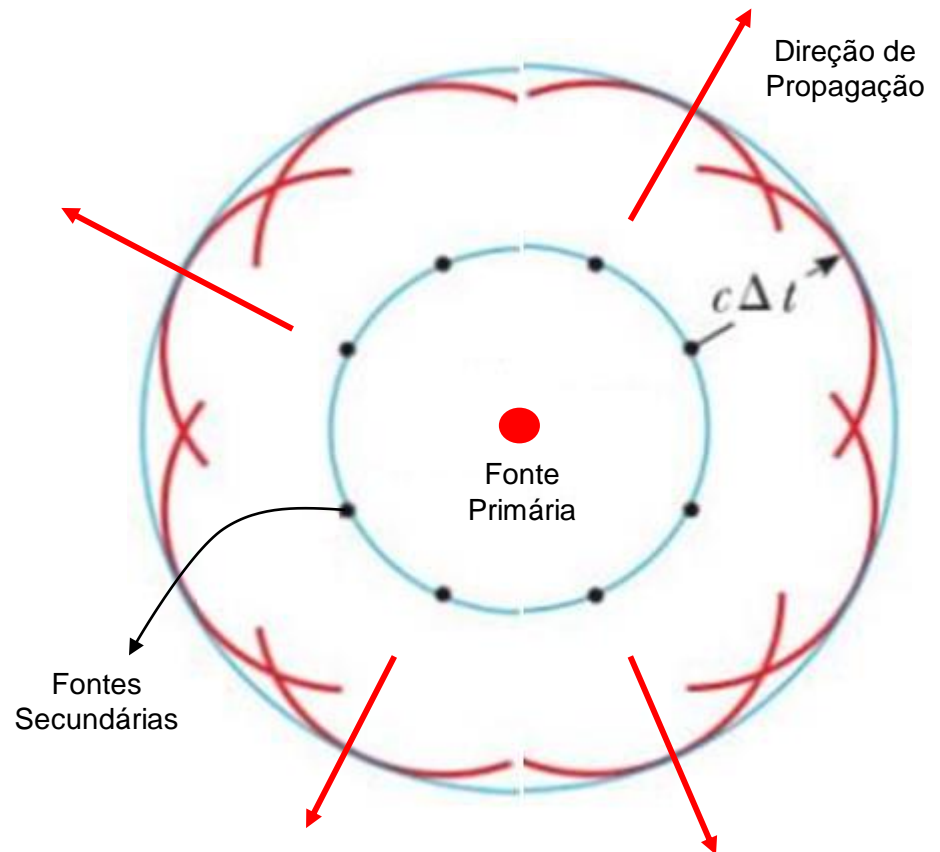
Ondas Planas

$c \rightarrow$ velocidade da onda



Ondas Circulares

$c \rightarrow$ velocidade da onda

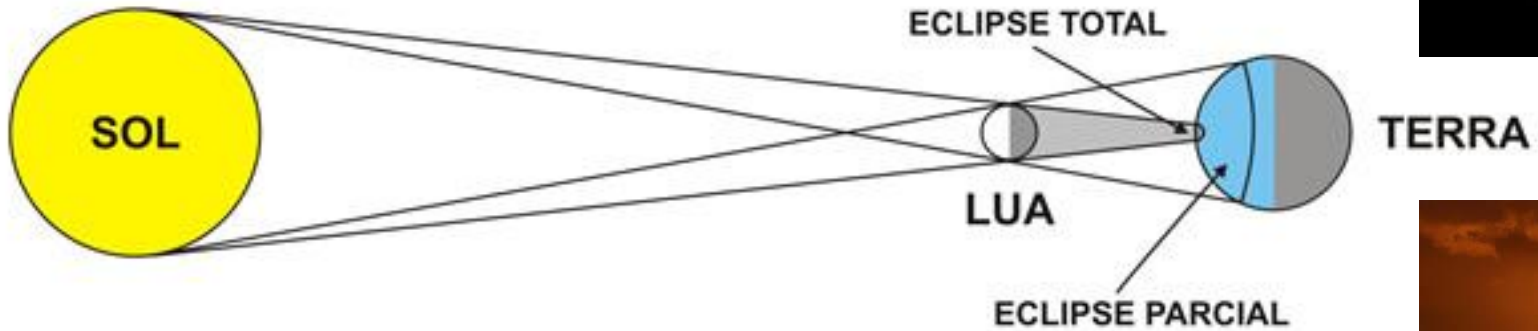


Exemplos

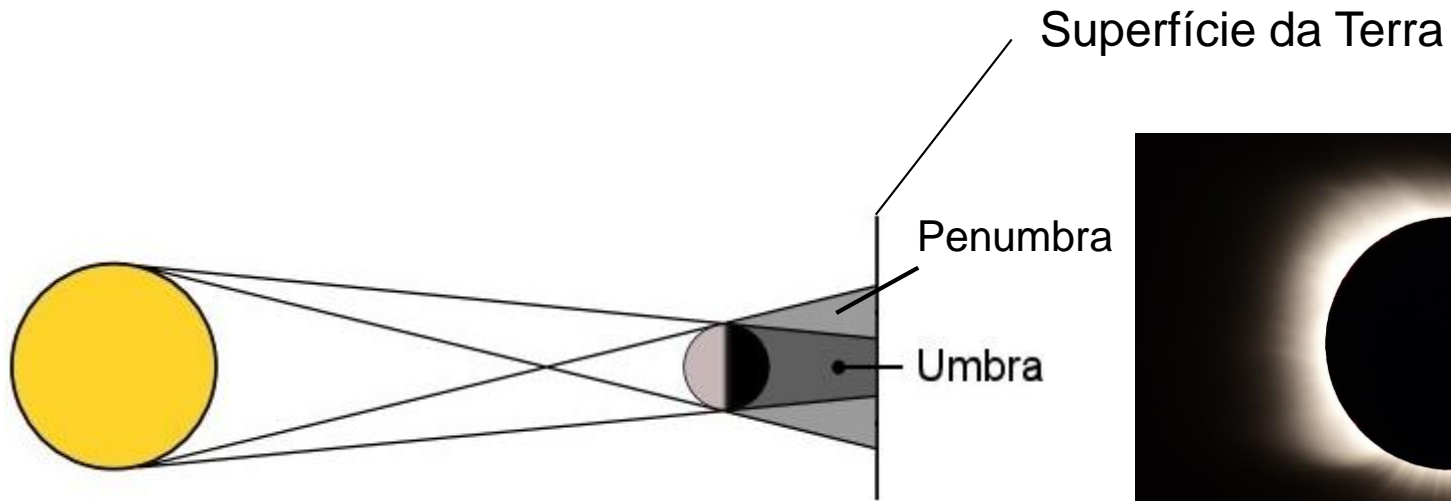
- **Sombra:**



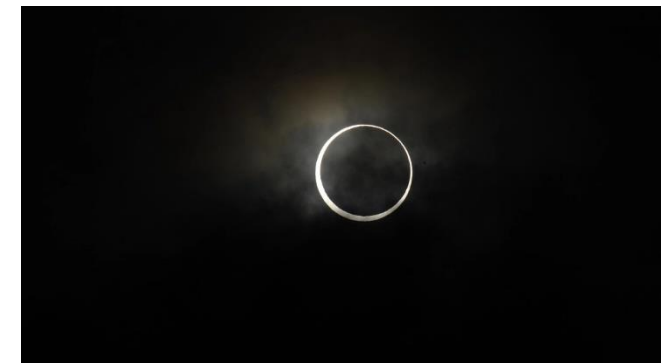
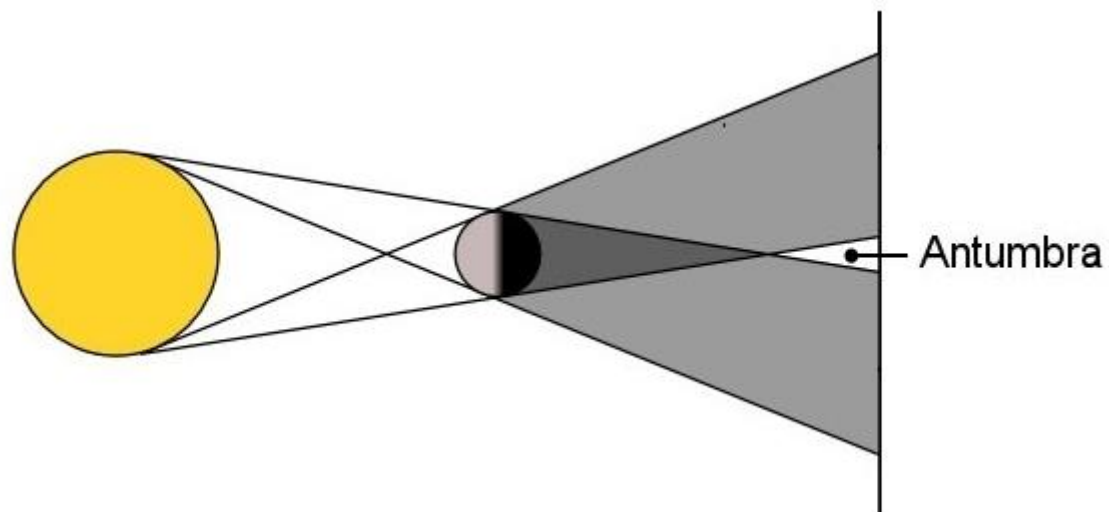
- **Eclipse Solar:**



- Denominações das regiões sobre o planeta:

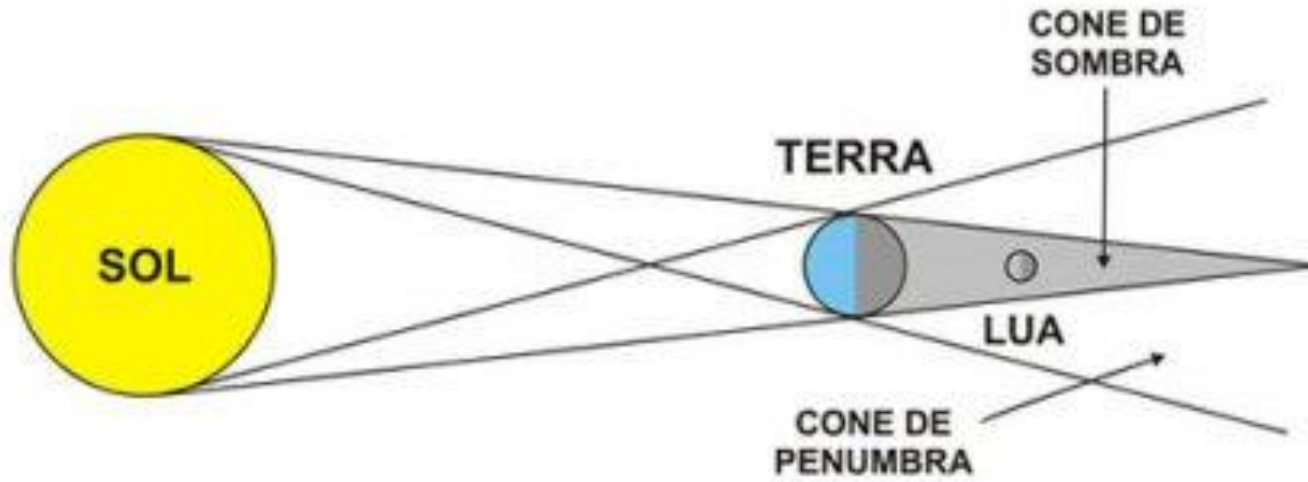


ECLIPSE TOTAL (14/12/2020)

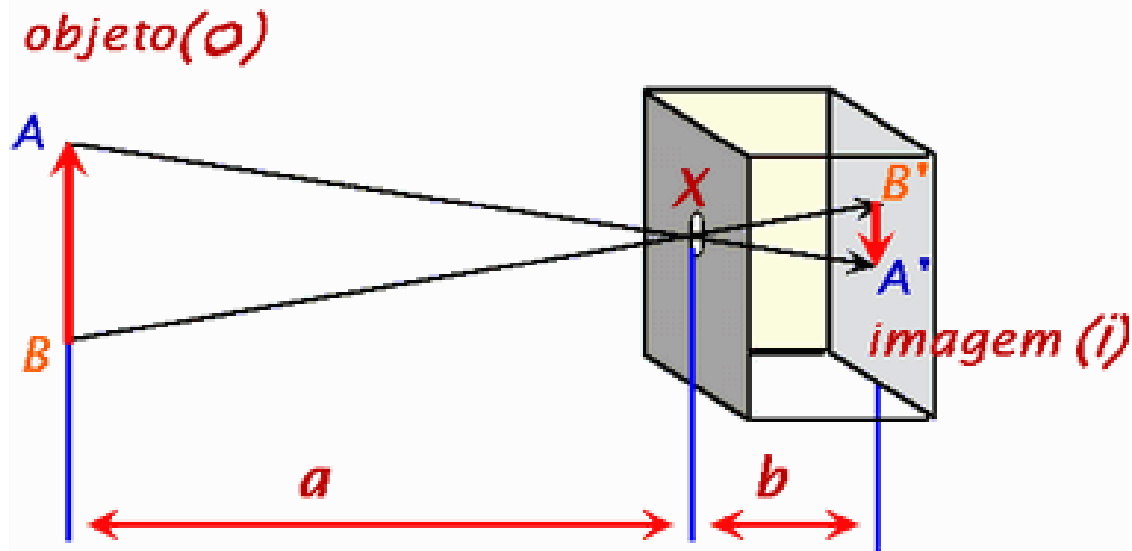


ECLIPSE ANULAR (20/05/2012)

- ***Eclipse Lunar:***



• Câmara escura

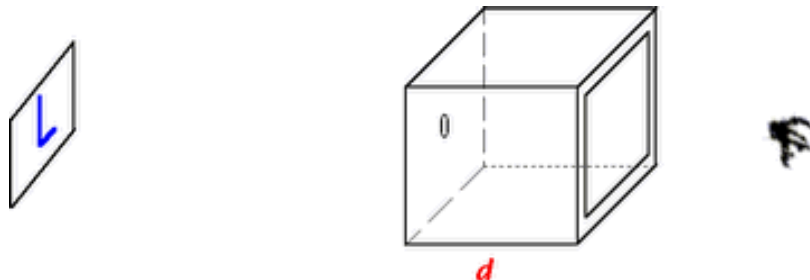


$$\frac{\overline{AB}}{a} = \frac{\overline{A'B'}}{b}$$

- Imagem **Real** (projeção em um anteparo);
- **Reduzida** (proporção entre \underline{a} e \underline{b});
- **Invertida** (traçado dos raios luminosos).

Exercícios

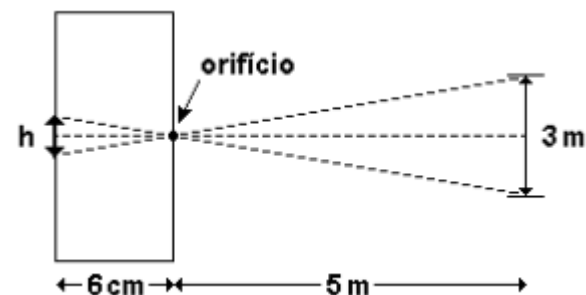
- 1) Uma câmara escura de orifício de 12 cm de profundidade é colocada a 2 m de distância de um objeto luminoso, de 5 m de altura. Calcule a altura da imagem do objeto formada no fundo da câmara.
- 2) Uma árvore projeta no solo uma sombra de 8 m de comprimento, ao mesmo tempo em que uma criança de 1,50 m de altura projeta uma sombra de 0,5 m de comprimento. Calcule a altura da árvore.
- 3) Num dia ensolarado, um menino e um poste projetam sombras de tamanhos 2 m e 5 m, respectivamente. Calcule a altura do poste sabendo que a altura do menino é 1,60 m.
- 4) Um aparelho fotográfico rudimentar é constituído por uma câmara escura com um orifício em uma face e um anteparo de vidro fosco na face oposta. Um objeto luminoso em forma de L encontra-se a 4 m do orifício e sua imagem no anteparo é $\frac{1}{5}$ de seu tamanho natural. Determine a largura d da câmara.



5) (Fuvest) Um poste está a 5,0 m do orifício de uma câmara escura e a imagem que se forma no fundo da câmara mede 4,0 cm. Para se obter a imagem do poste com 5,0 cm de altura, a câmara deve se:

- a) aproximar 1,0 m do poste.
- b) afastar 1,0 m do poste.
- c) afastar 4,0 m do poste.
- d) aproximar 2,0 m do poste.
- e) aproximar 4,0 m do poste.

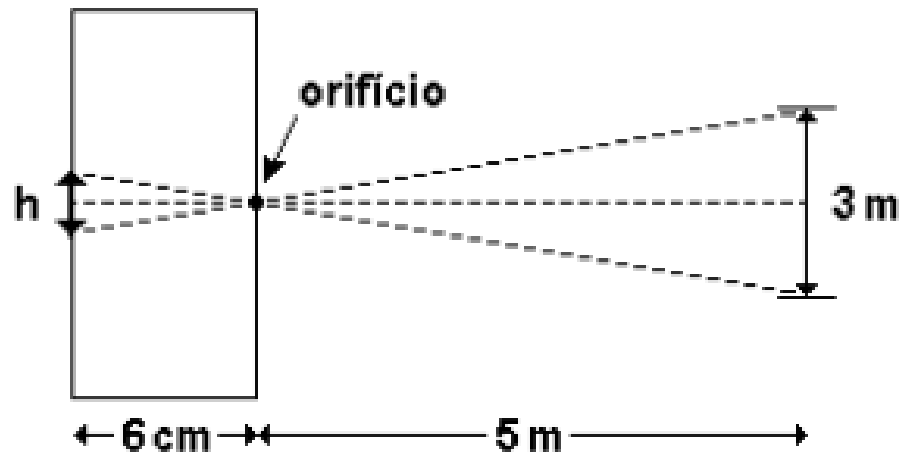
6) (UFRJ) No mundo artístico as antigas "câmaras escuras" voltaram à moda. Uma câmara escura é uma caixa fechada de paredes opacas que possui um orifício em uma de suas faces. Na face oposta à do orifício fica preso um filme fotográfico, onde se formam as imagens dos objetos localizados no exterior da caixa, como mostra a figura. Determine a altura da imagem para as condições da figura.



7) (Fuvest) Num dia sem nuvens, ao meio-dia, a sombra projetada no chão por uma esfera de 1,0cm de diâmetro é bem nítida se ela estiver a 10cm do chão. Entretanto, se a esfera estiver a 200cm do chão, sua sombra é muito pouco nítida. Pode-se afirmar que a principal causa do efeito observado é que:

- a) o Sol é uma fonte extensa de luz.
- b) o índice de refração do ar depende da temperatura.
- c) a luz é um fenômeno ondulatório.
- d) a luz do Sol contém diferentes cores.
- e) a difusão da luz no ar "borra" a sombra.

- Resolução da questão 6:



Da semelhança de triângulos vem:

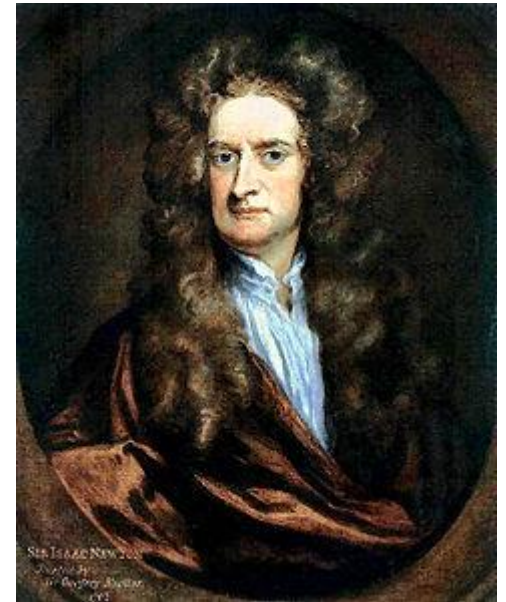
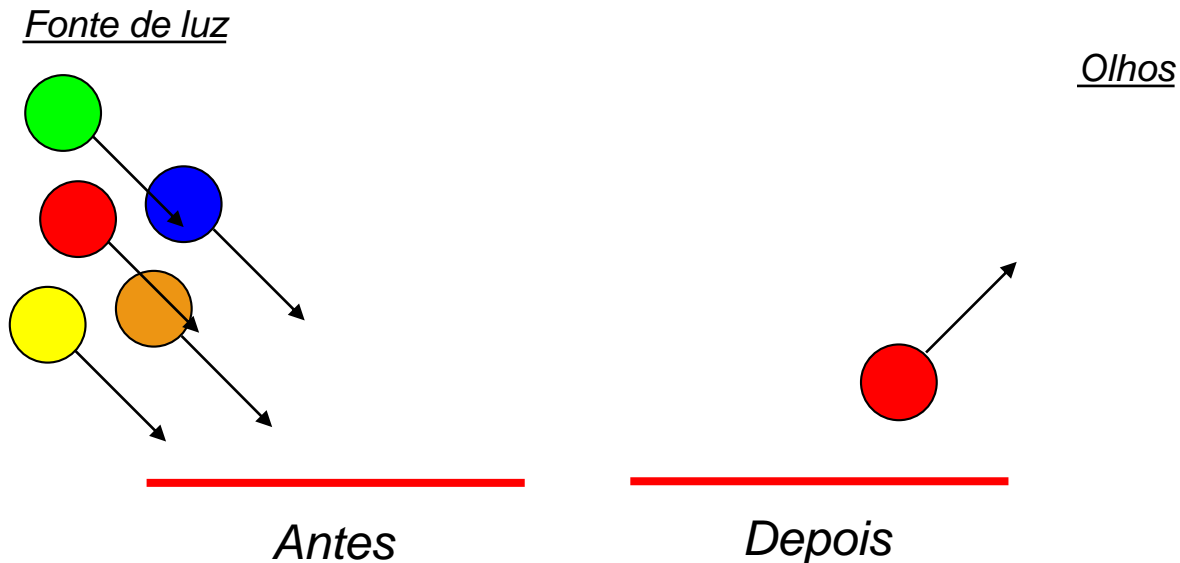
$$\frac{h}{6\text{cm}} = \frac{3\cancel{\text{m}}}{5\cancel{\text{m}}} \rightarrow h = 3,6\text{cm}$$

Breve cronologia dos modelos para a luz

- Isaac Newton (1640 - 1725): sucesso do modelo mecânico para explicar vários fenômenos.

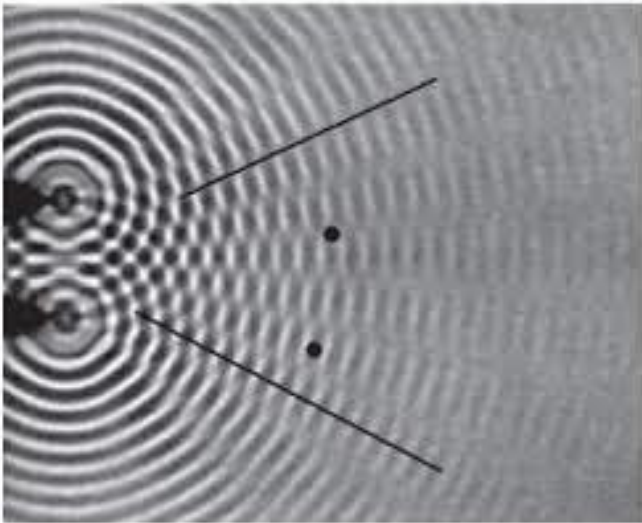
Modelo Corpuscular da Luz

Reflexão da Luz

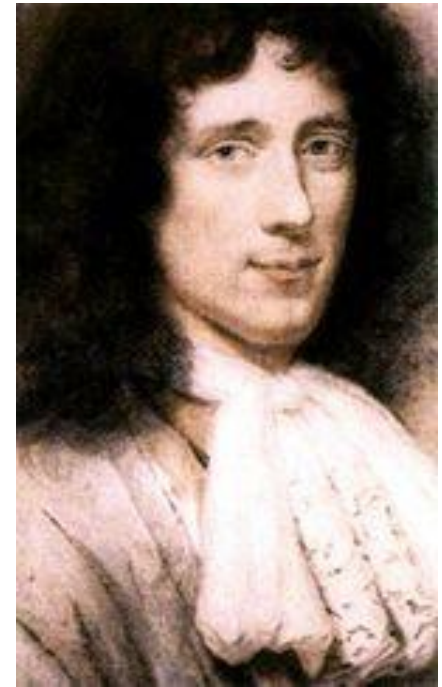


- Christian Huygens (1629 - 1695)

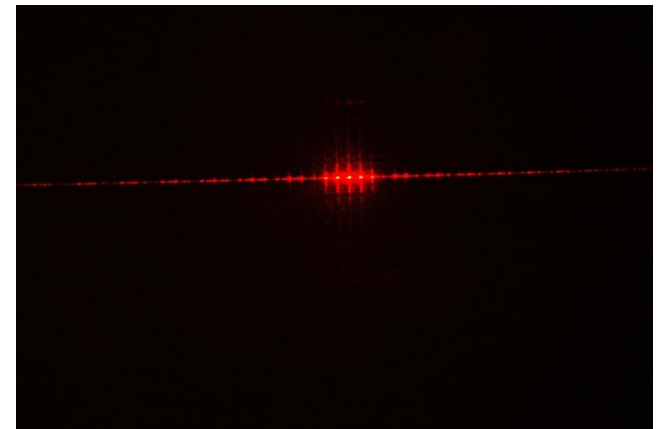
Modelo ondulatório da luz



Thomas Young
1773 - 1829



Experimento das
duas fendas



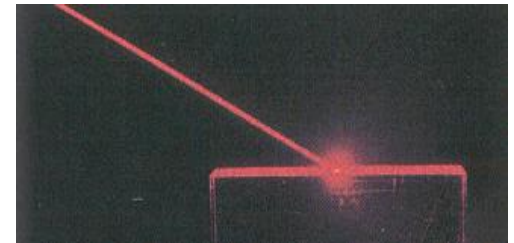
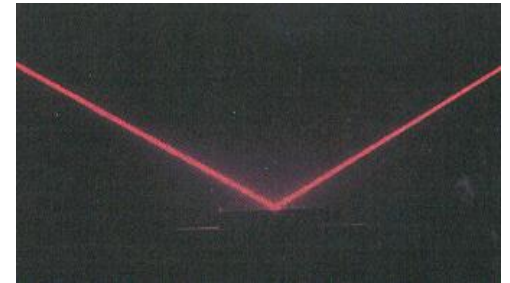
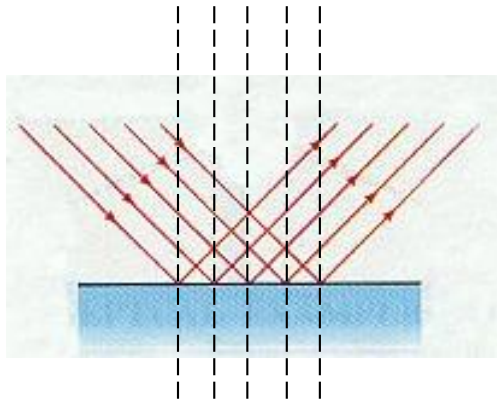
Fenômenos Luminosos

• Reflexão

Especular

Difusa

Reta Normal



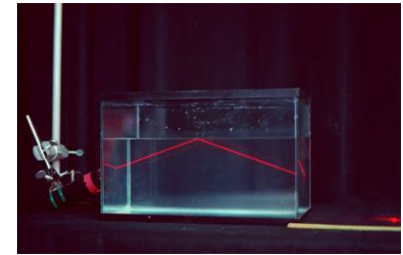
“O raio incidente, o raio refletido e a normal, no ponto de incidência, estão contidos num mesmo plano.”

*“O ângulo de incidência é igual ao ângulo refletido (ângulos tomados **sempre** em relação à reta normal).”*

• Refração

Para meios transparentes e homogêneos

“O raio incidente, o raio refratado e a normal, no ponto de incidência, estão contidos num mesmo plano.”



Índice de Refração Absoluto (n)

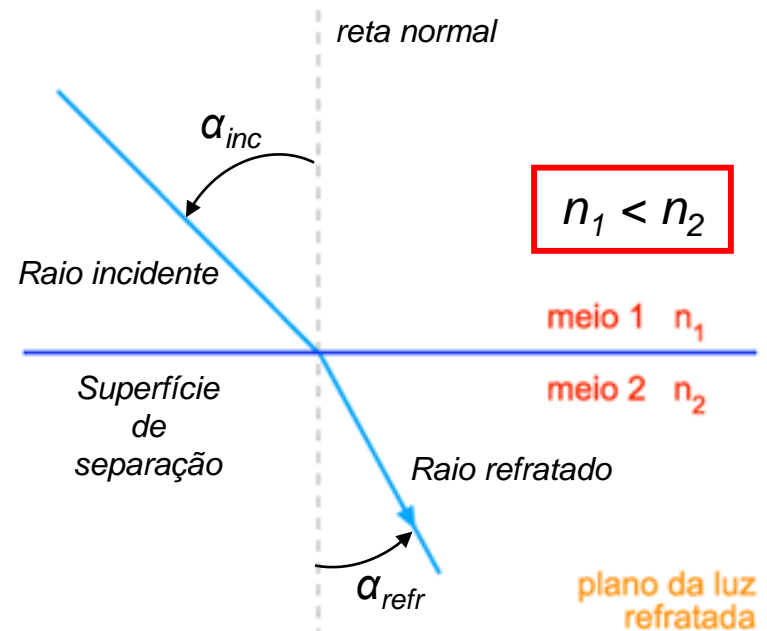
$$n_{\text{v\u00e1cuo}} = 1$$

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

Meio material	Índice de Refração (n)	Densidade (kg/m ³)
Ar (v\u00e1cuo)	≈ 1,00	1,204
\u00e1lcool et\u00edlico	1,36	790
\u00e1gua	1,33	1.000
acr\u00edlico	1,49	1.190
glicerina	1,47	1.260
vidro	1,50	2.500
diamante	2,42	3.480

Em geral, quando **d** \u2191, **n** \u2191

meio (-) refringente



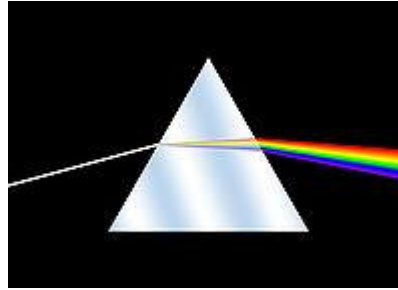
meio (+) refringente

• Refração



Willebrord Snell
1580 - 1626

Lei de Snell - Descartes



René Descartes
1596 - 1650

“Os senos dos ângulos de incidência e refração são diretamente proporcionais às velocidades da onda luminosa nos respectivos meios.”

$$n_1 \cdot \text{sen} \alpha_{inc} = n_2 \cdot \text{sen} \alpha_{refr}$$

Índice de refração da luz violeta
no **ar** = 1,0002957

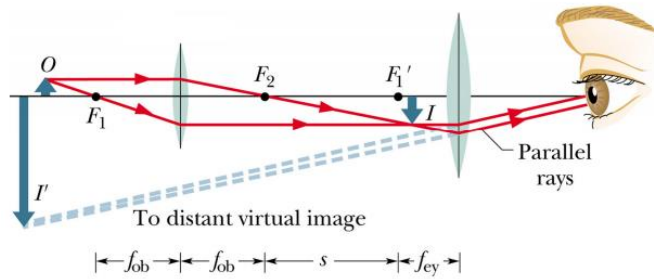
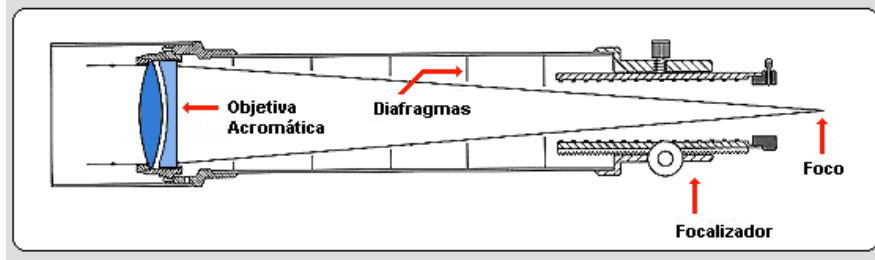
Índice de refração da luz vermelha
no **ar** = 1,0002914

Luz monocromática	Índice de refração (n) de um cristal
Violeta	1,94
Azul	1,60
Verde	1,44
Amarela	1,35
Alaranjada	1,30
Vermelha	1,26

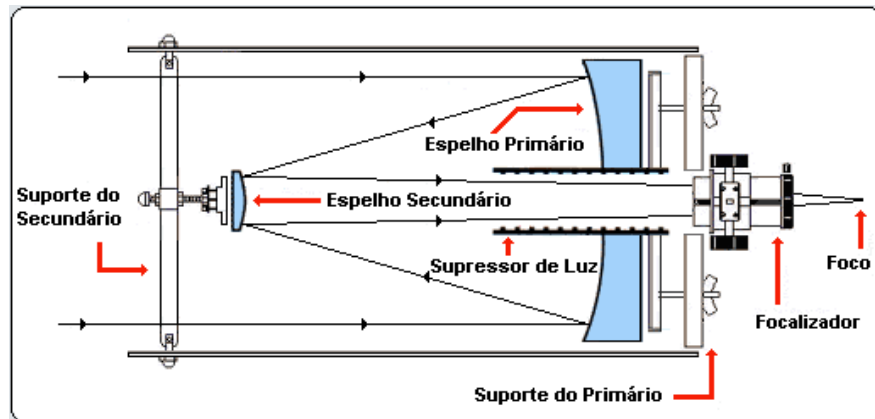
Aplicações da
Óptica Geométrica

• Telescópio

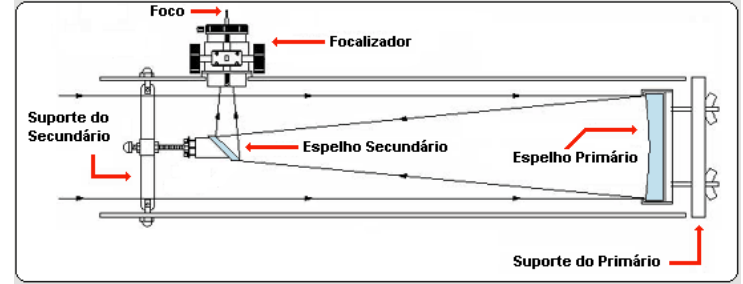
• refrator



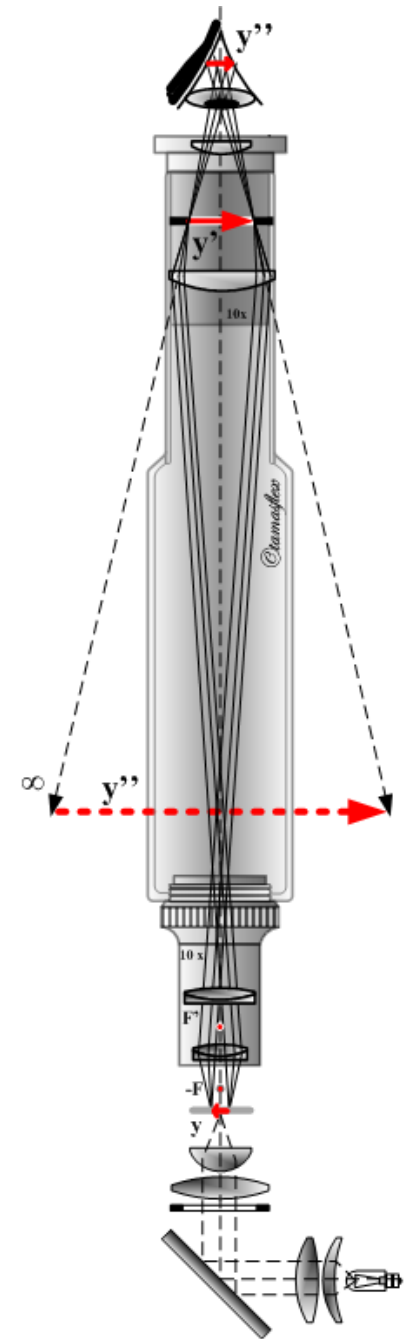
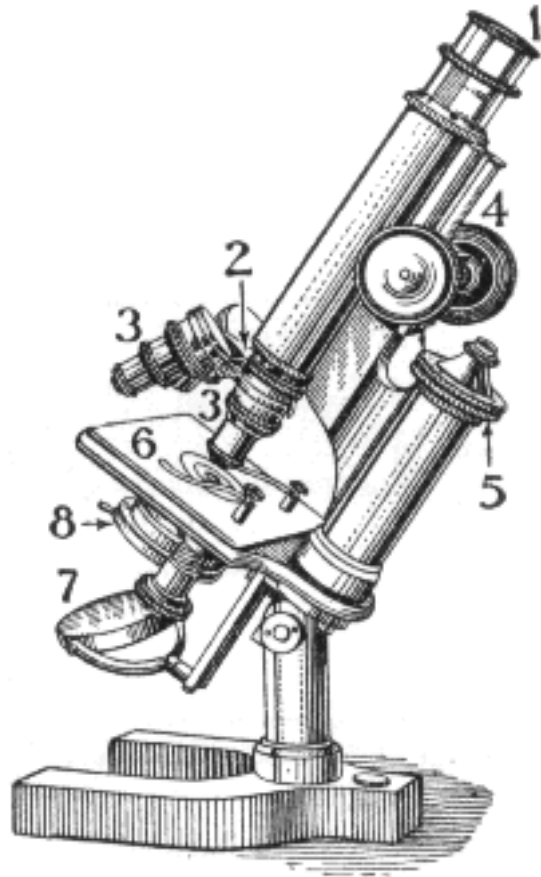
• refletor (Cassegrain)



• refletor (Newton)



- Microscópio



Referências

<http://educar.sc.usp.br/optica/refracao.htm#leiências>

http://www.fisicaevestibular.com.br/exe_opt_1.htm

http://www.fisicaevestibular.com.br/exe_opt_8.htm

http://www.projetoderedes.com.br/artigos/artigo_fibras_opticas.php

<https://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2020/12/14/veja-fotos-do-eclipse-solar-total-na-america-do-sul.ghtml>

<https://www.if.ufrgs.br/novocref/?contact-pergunta=dispersao-e-refracao-da-luz>

<http://200.144.244.96/cda/aprendendo-basico/eclipses-solares-lunares/eclipses-solares-lunares.htm>

<http://agron-www.agron.iastate.edu/courses/Agron541/classes/541/lesson10a/10a.7.html> - gráficos para mudança climática

<https://science.larc.nasa.gov/erbe/> - mudança climática

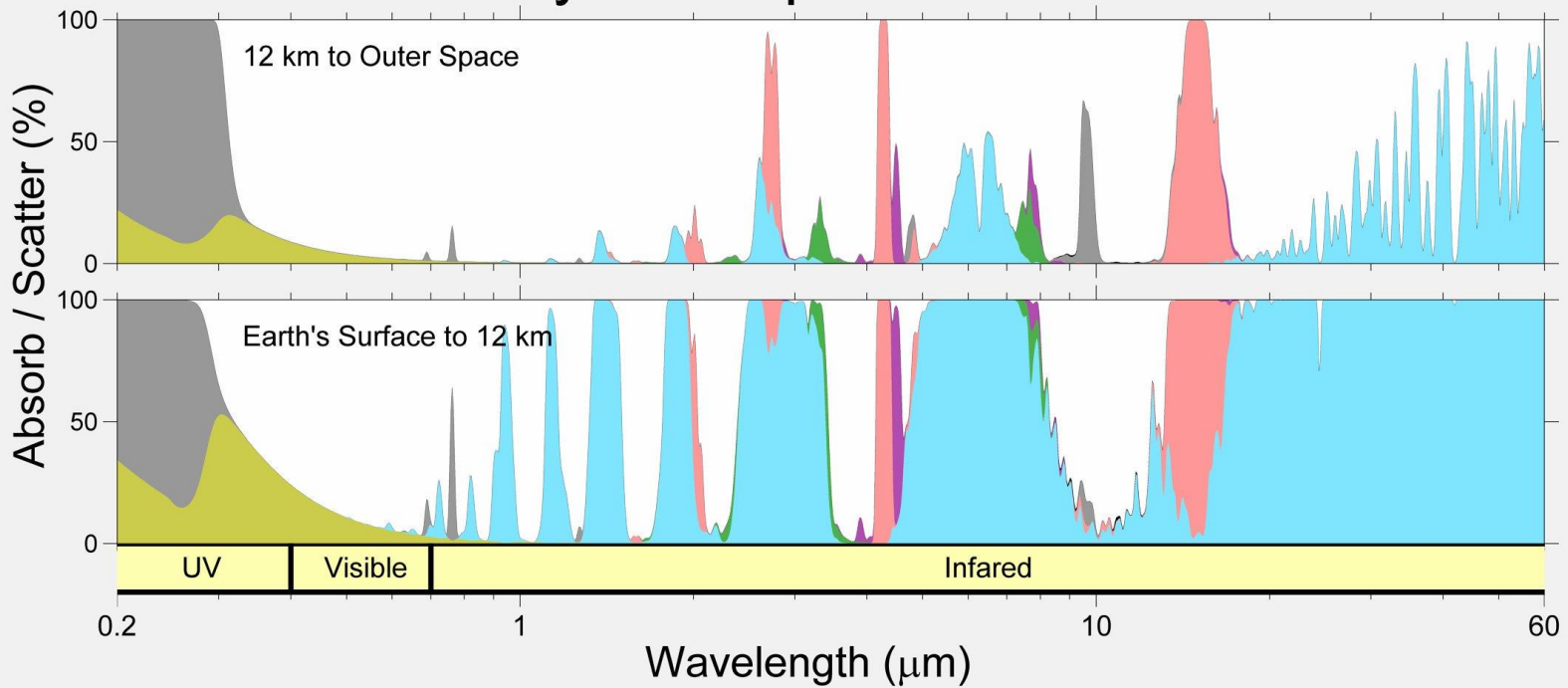
http://irina.eas.gatech.edu/EAS8803_Fall2009/Lec6.pdf - discussão mudança climática (recomendado)

<https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/meios-propagacao-luz.htm>

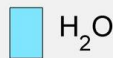
<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/efeito-estufa.htm>

<https://sites.google.com/a/canacad.ac.jp/sl-hl-2-biology-2-ferguson/12-ecology/4-4-climate-change?tmpl=%2Fsystem%2Fapp%2Ftemplates%2Fprint%2F&showPrintDialog=1> – altamente recomendado

Clear-Sky Atmospheric Transmission



Absorption Bands



H₂O



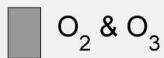
CO₂



CH₄



N₂O



O₂ & O₃



Other



Rayleigh Scattering

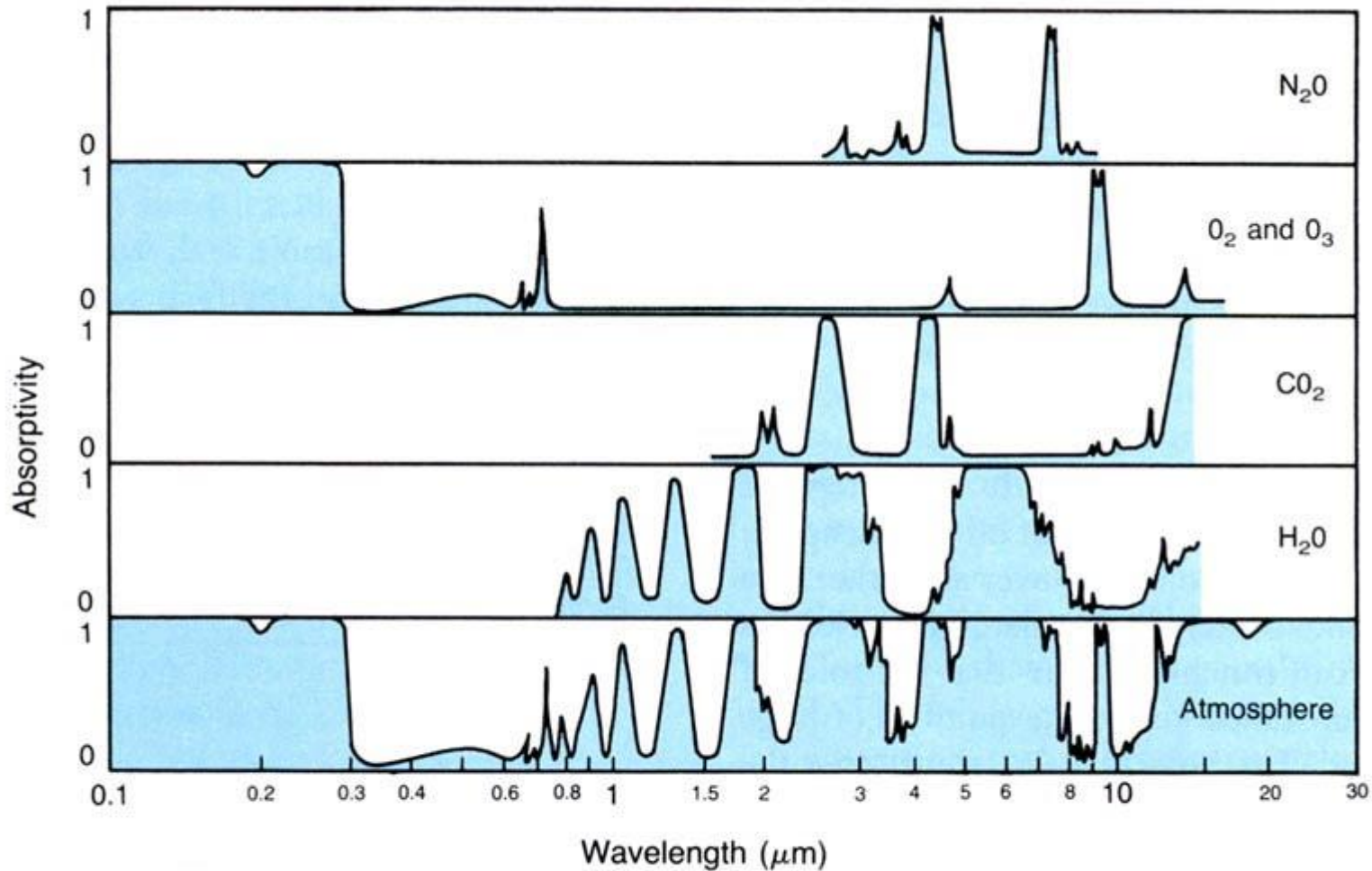


Figure 2•13 The absorptivity of selected gases of the atmosphere and the atmosphere as a whole.
(From R. G. Fleagle and J. A. Businger, An introduction to Atmospheric Physics. © 1963 by Academic Press; reprinted by permission of the publisher)

– **Infrared** absorption spectra for various atmospheric gases.