

SLC 641 – Óptica

Licenciatura em Ciências Exatas – São Carlos

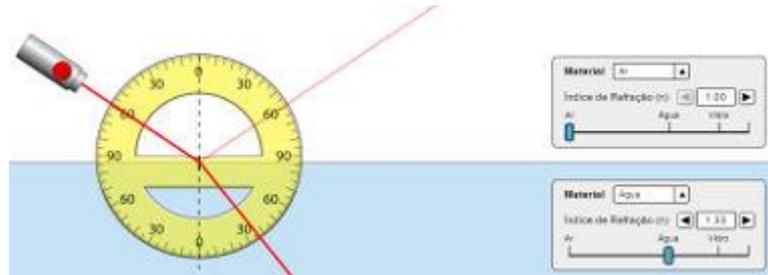
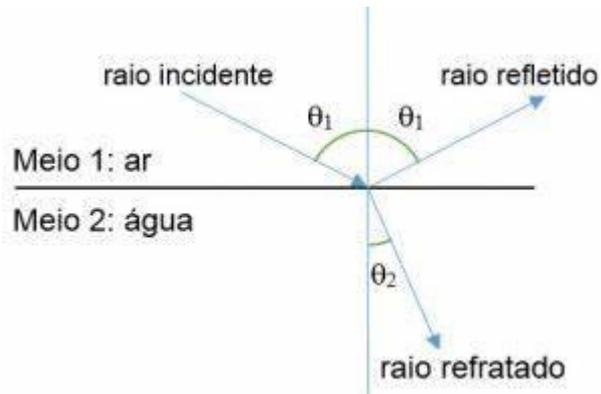
Aula 3

Reflexão e refração:
Óptica geométrica

(Reflexão)

16/09/2020

Reflexão e refração



Lei da Reflexão:

$$\theta_{\text{incidência}} = \theta_{\text{reflexão}}$$

$$\theta'_1 = \theta_1$$

Lei da Refração:

$$n_1 \text{sen}(\theta_{\text{incidência}}) = n_2 \text{sen}(\theta_{\text{refração}})$$

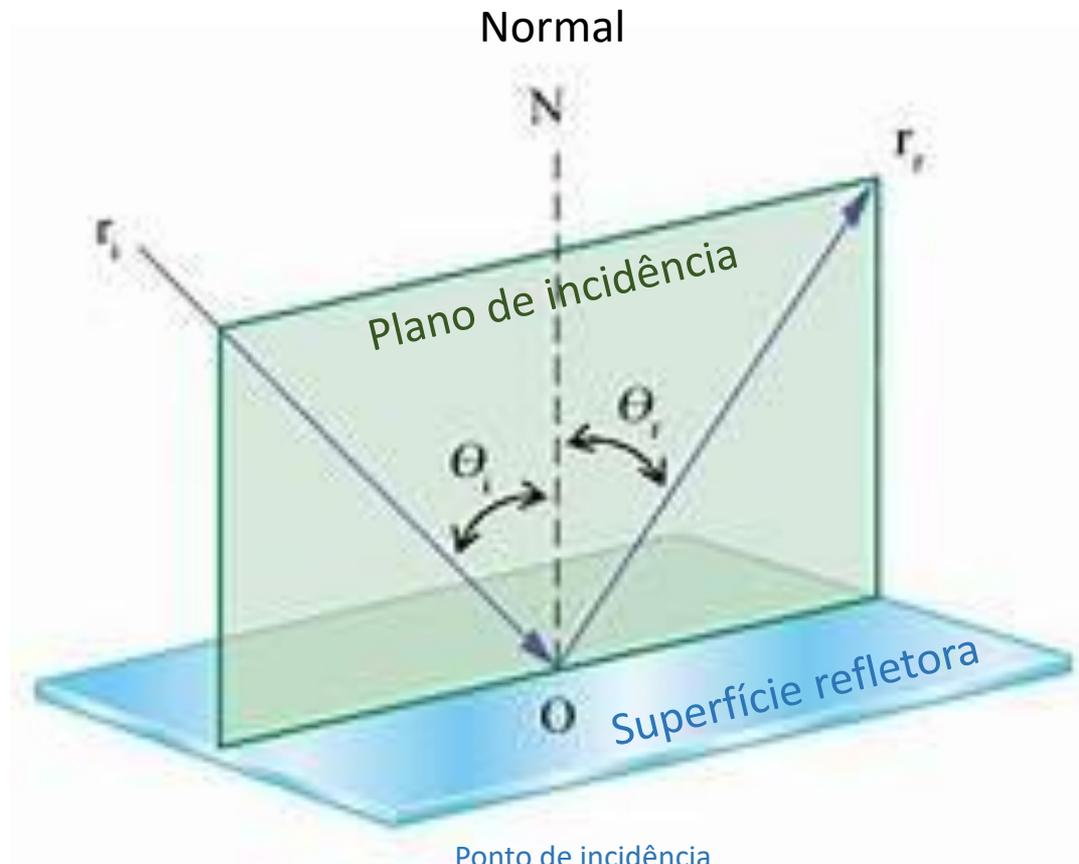
$$n_1 \text{sen } \theta_1 = n_2 \text{sen } \theta_2$$

Lei de Snell

Reflexão em superfícies planas: Espelhos planos

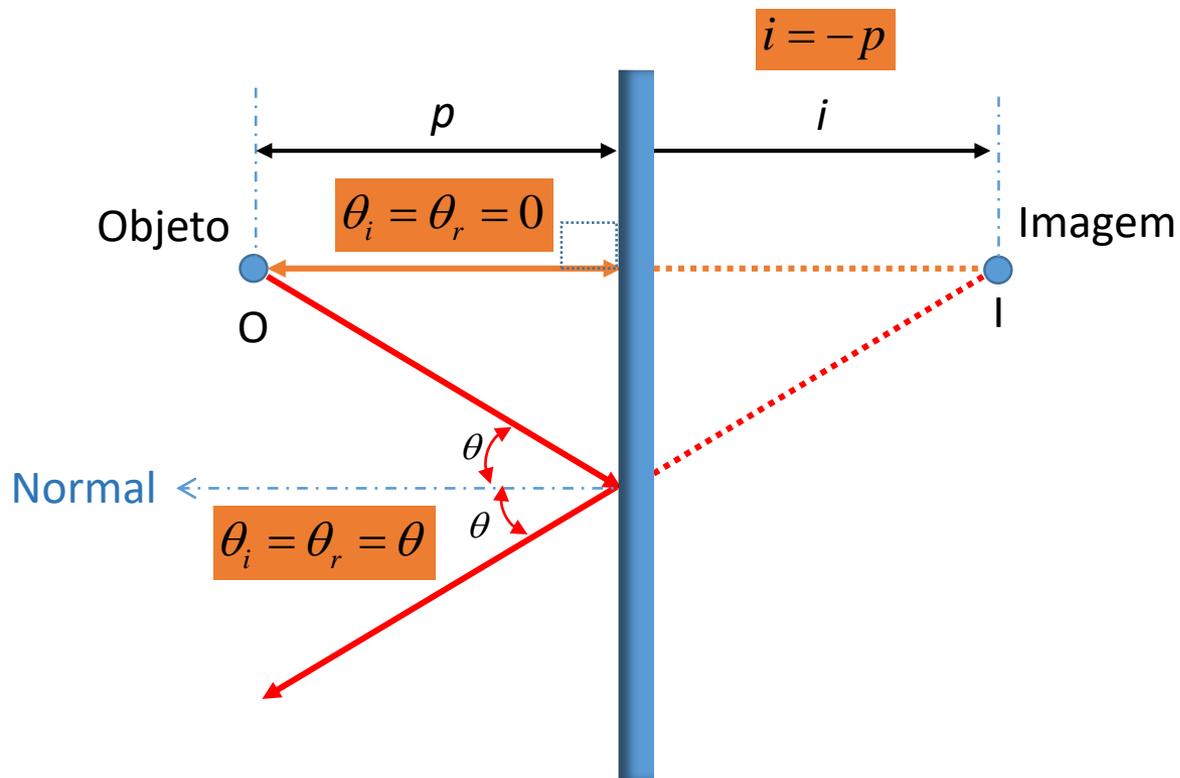
$$\theta_{\text{incidência}} = \theta_{\text{reflexão}}$$

$$\theta_i = \theta_r$$



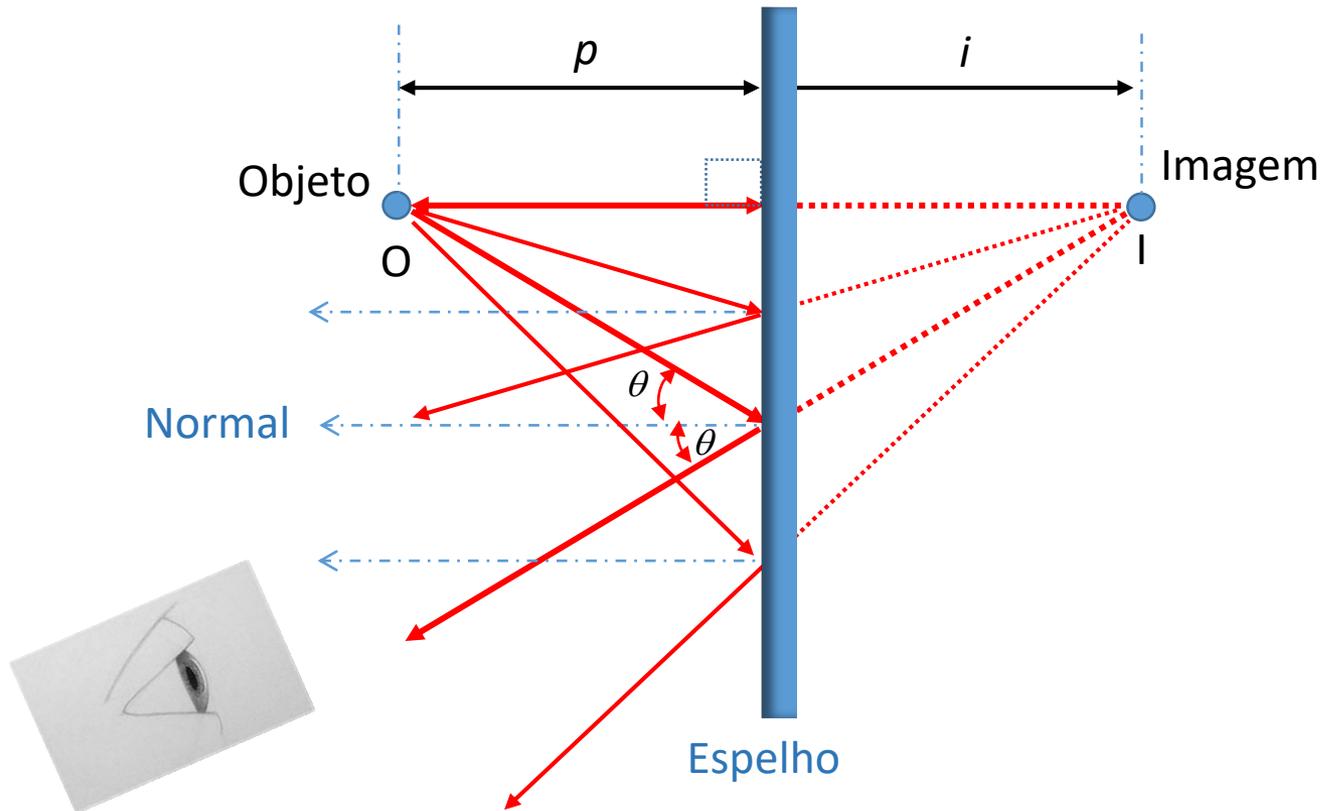
Reflexão em superfícies planas: Espelhos planos

Imagem: Virtual (raios não se encontram)



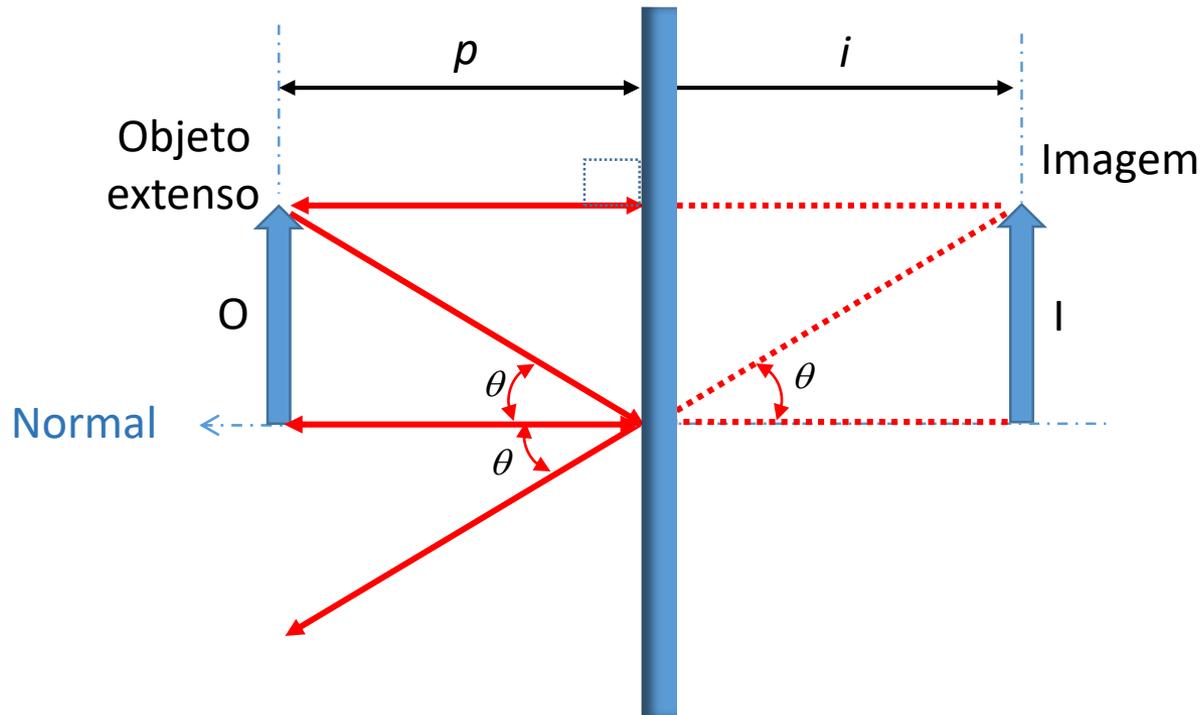
Reflexão em superfícies planas: Espelhos planos

Imagem: Virtual (raios não se encontram)



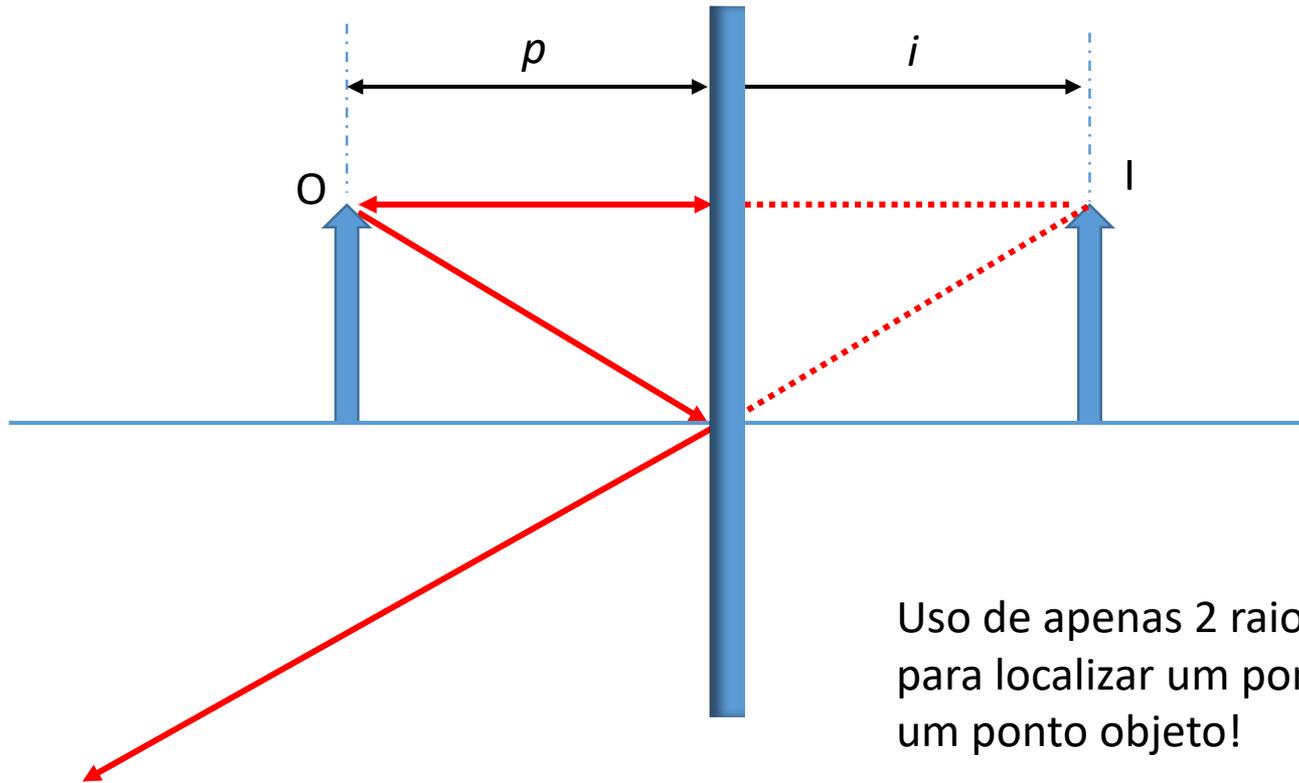
Reflexão em superfícies planas: Espelhos planos

Imagem: Virtual (raios não se encontram)



Reflexão em superfícies planas: Espelhos planos

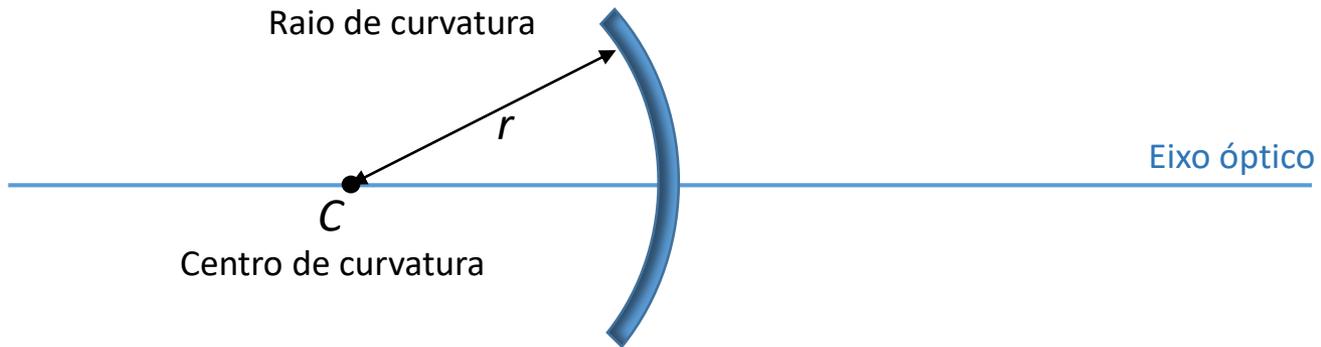
Imagem: Virtual (raios não se encontram)



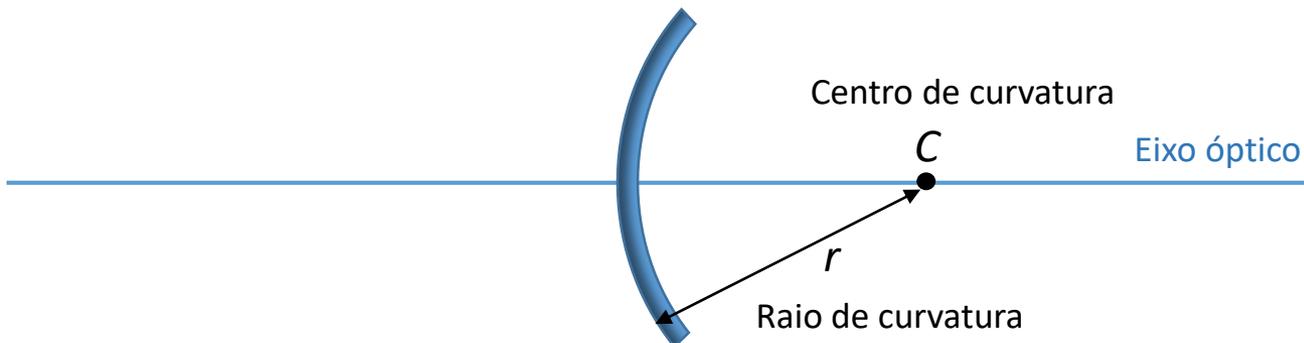
Uso de apenas 2 raios são suficientes para localizar um ponto imagem de um ponto objeto!

Reflexão em superfícies curvas: Espelhos curvos

Superfície côncava



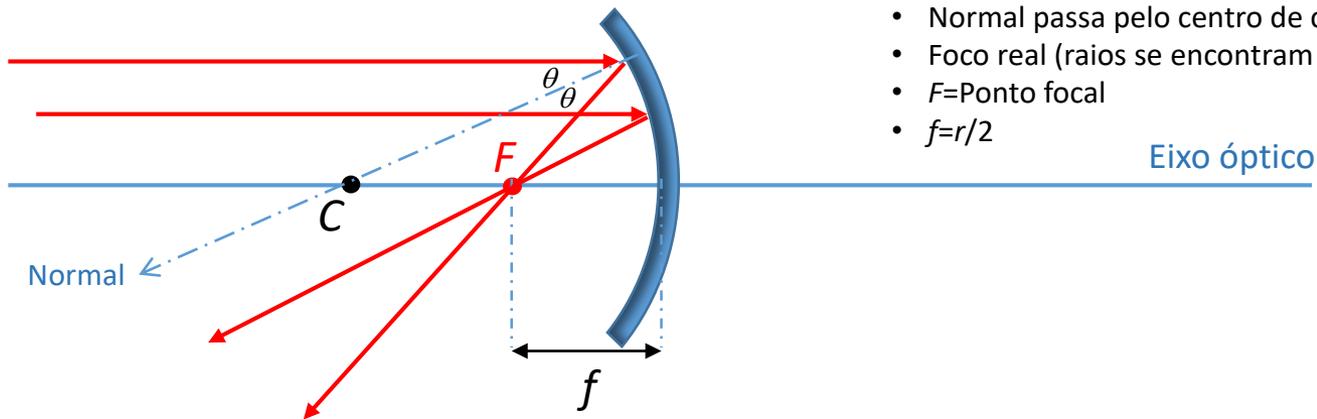
Superfície convexa



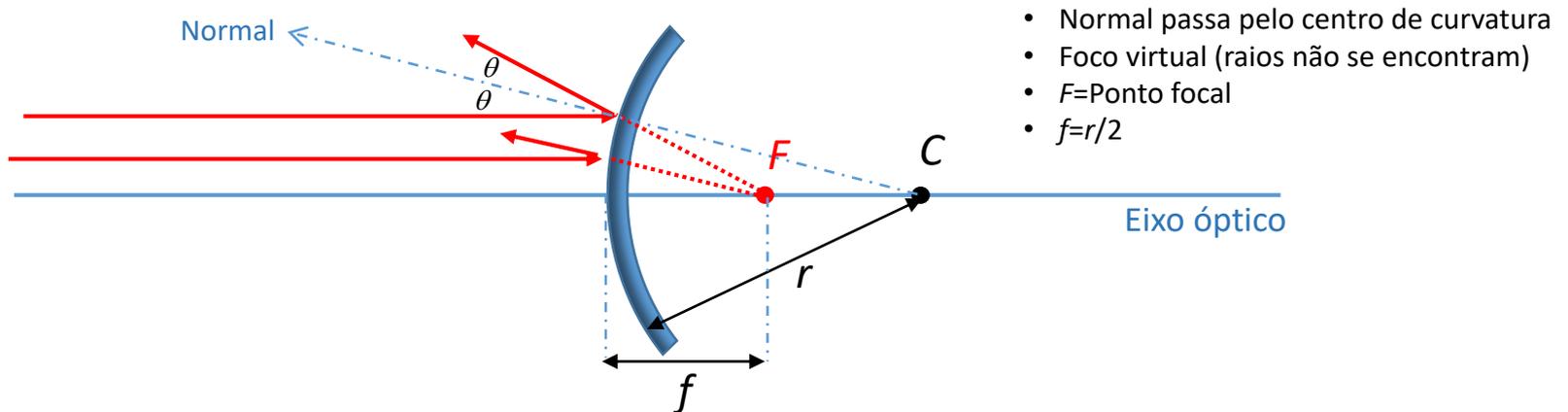
Reflexão em superfícies curvas: Espelhos curvos

Feixes paralelos ao eixo óptico, passam pelo ponto focal:

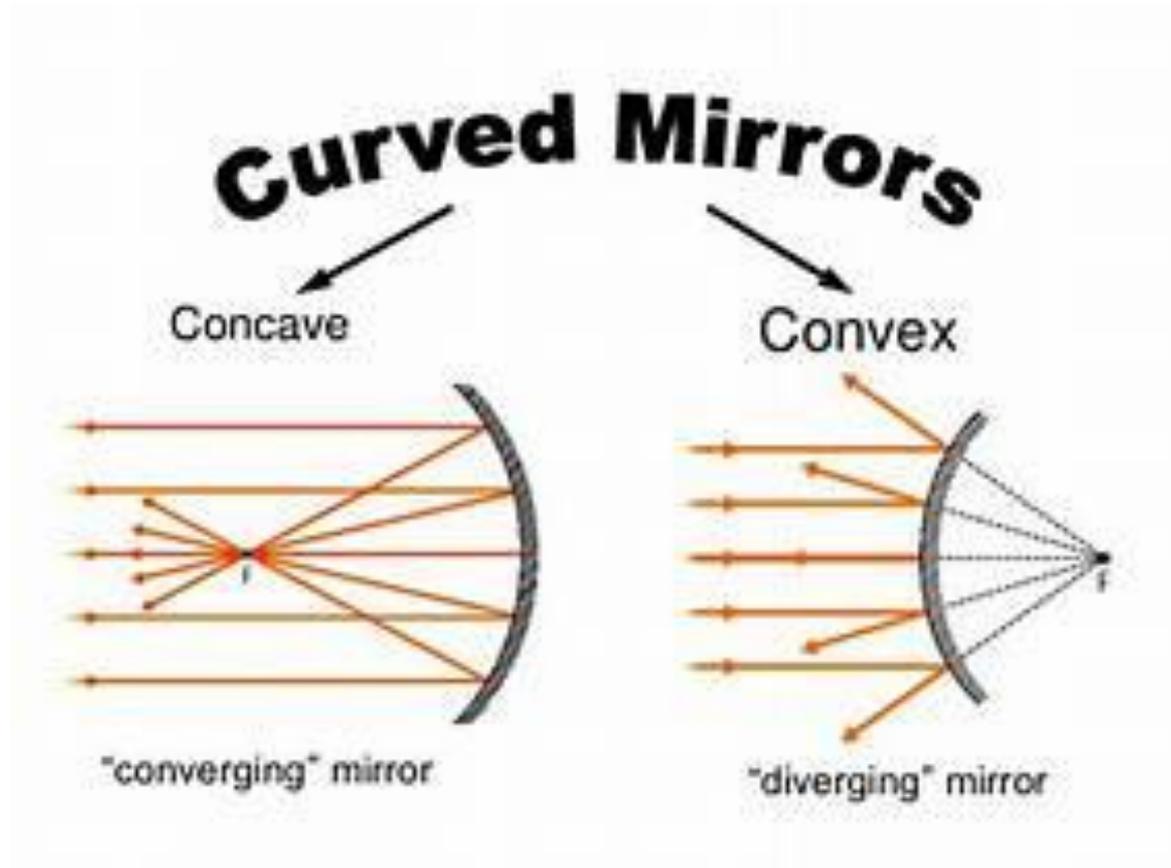
Superfície côncava



Superfície convexa

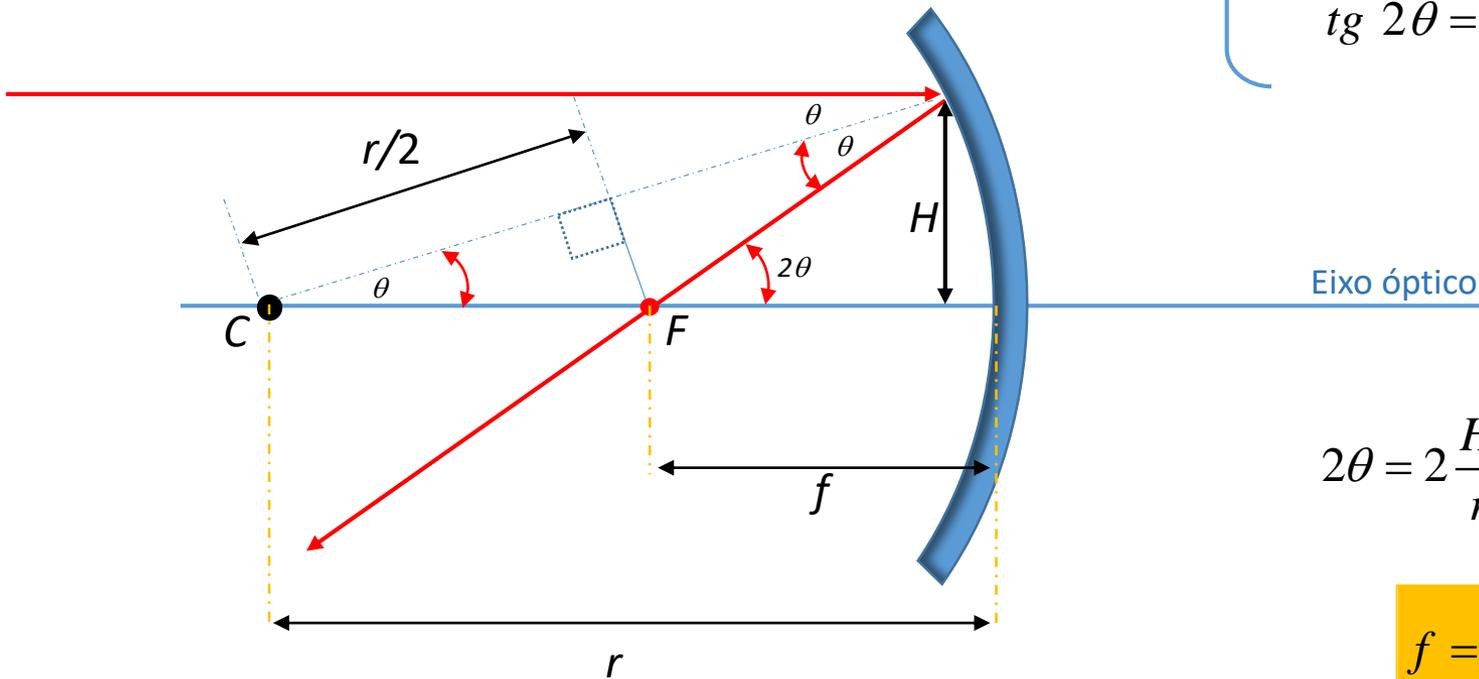


Reflexão em superfícies curvas: Espelhos curvos



Espelhos curvos: Distância focal

Ângulos pequenos: Aproximação paraxial (<10deg, <0,17 rad)
($\text{sen } \theta \sim \text{tg } \theta \sim \theta$)



$$\text{sen } \theta = \frac{H}{r} \approx \theta$$

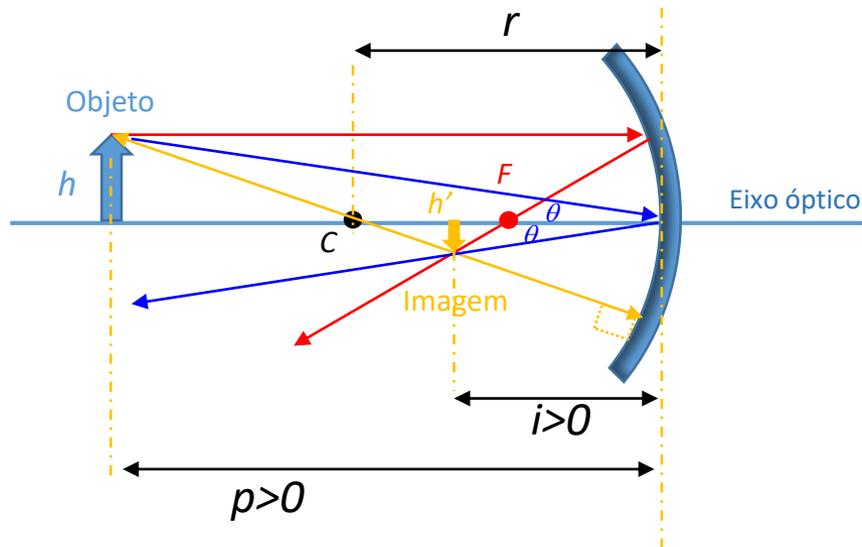
$$\text{tg } 2\theta = \frac{H}{f} \approx 2\theta$$

$$2\theta = 2 \frac{H}{r} = \frac{H}{f}$$

$$f = \frac{r}{2}$$

O mesmo argumento vale para espelho convexo!

Espelho côncavo: 3 feixes importantes para formação de imagens

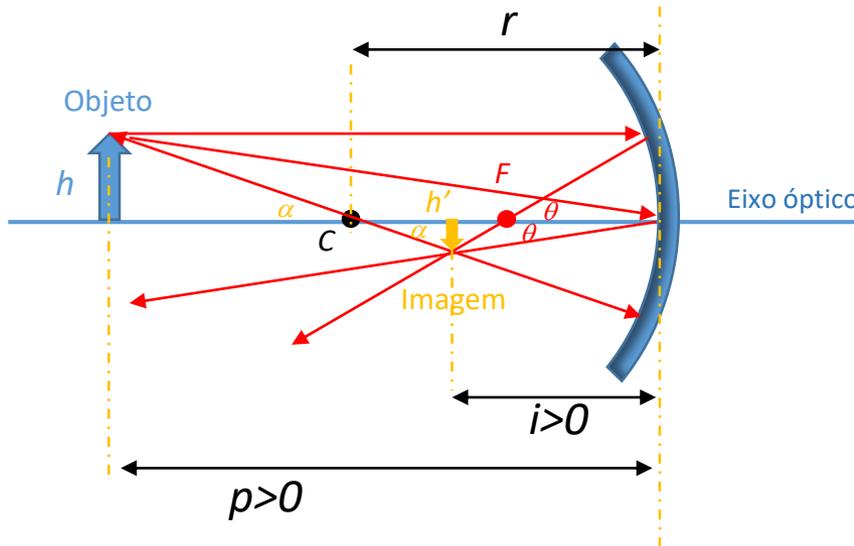


Feixes paralelos ao eixo óptico, passam pelo ponto focal F .

Feixes que refletem pelo vértice, mesmo ângulo: $\theta_i = \theta_r = \theta$.

Feixes que passam pelo centro de curvatura, retornam sobre elas mesmas: $\theta_i = \theta_r = 0$ (incidência normal).

Espelho côncavo: Formação de imagem



Algumas definições:

- Módulo da Magnificação = $|m| = h'/h$
 - Magnificação = $m = -i/p$
- Positivo: Sem inversão da imagem
Negativo: Inversão da imagem

Pela geometria:

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{h}{p} = \frac{h'}{i} \approx \theta$$

$$\Rightarrow \frac{h'}{h} = \frac{i}{p}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{(p-r)} = \frac{h'}{(r-i)} \approx \alpha$$

$$\Rightarrow \frac{h'}{h} = \frac{(r-i)}{(p-r)}$$

$$\frac{i}{p} = \frac{(r-i)}{(p-r)}$$

$$f = \frac{r}{2} \rightarrow r = 2f$$

$$i(p-2f) = p(2f-i)$$

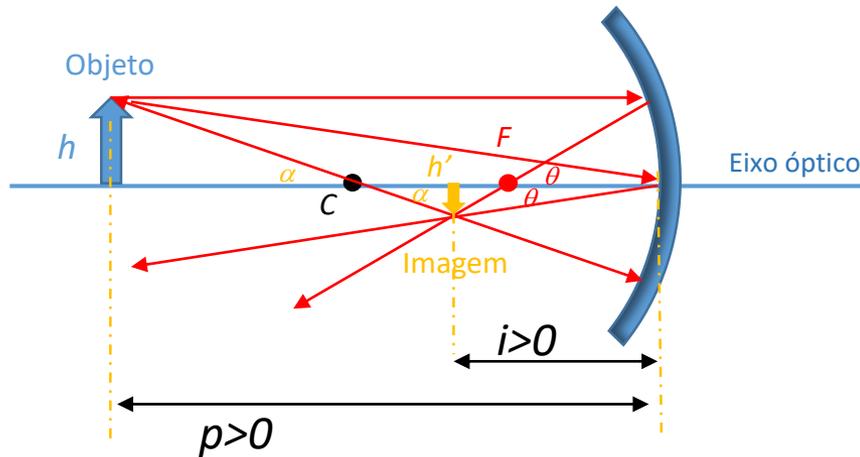
$$ip - 2fi = 2fp - ip$$

$$2ip = 2fp + 2fi$$

$$(\div 2fi)$$

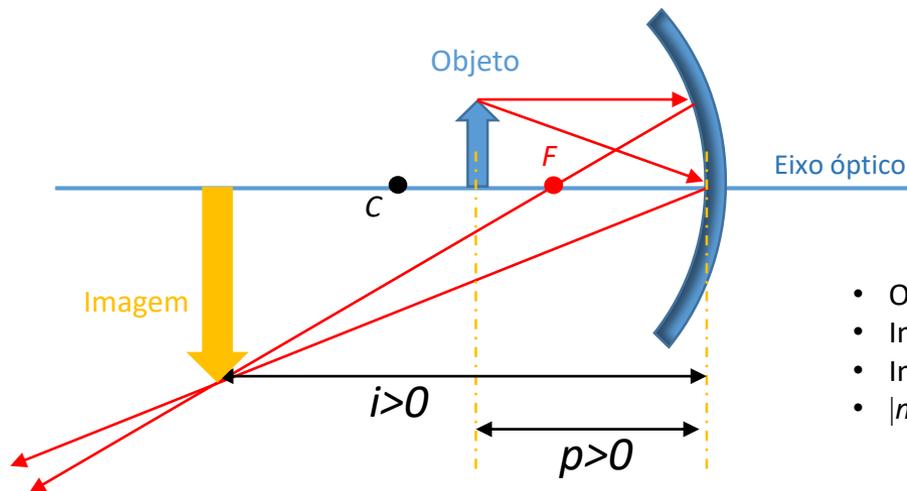
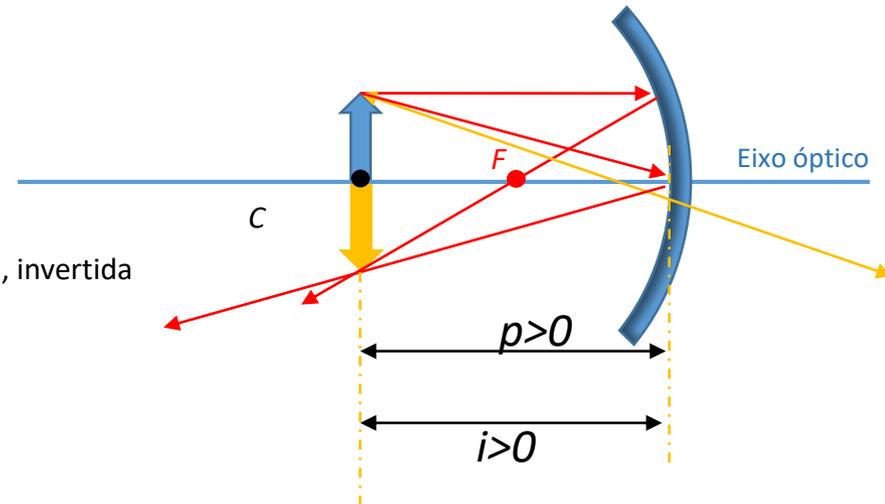
$$\frac{1}{p} + \frac{1}{i} = \frac{1}{f}$$

Espelho côncavo: Formação de imagem



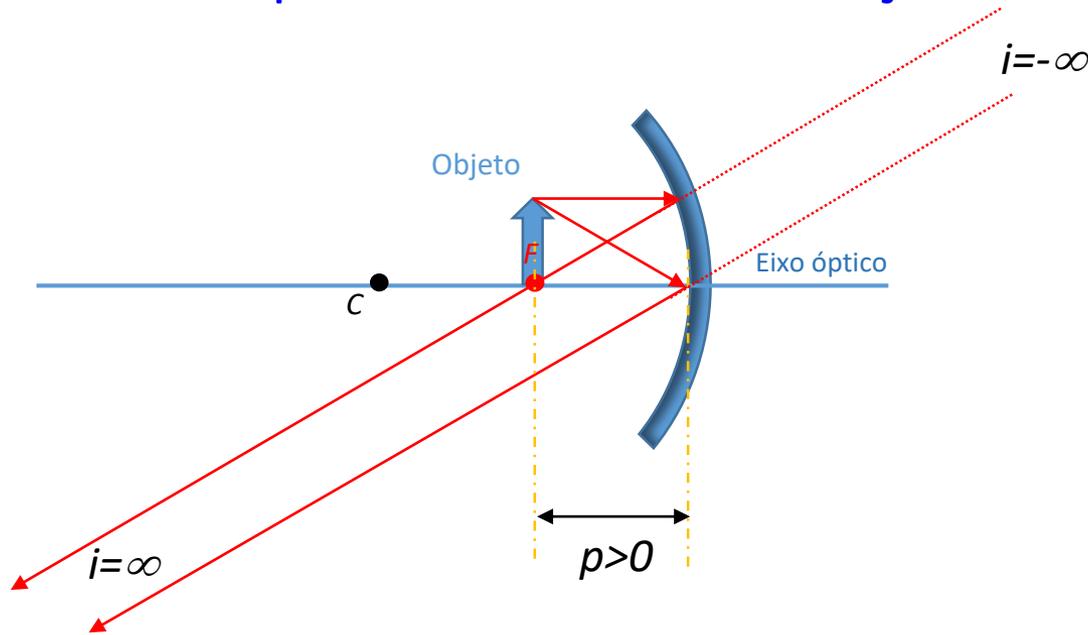
- Objeto, $p > C$
- Imagem, $F < i < C$
- Imagem real, menor, invertida
- $|m| < 1$

- Objeto, $p = C$
- Imagem, $i = C$
- Imagem real, igual, invertida
- $m = -1$



- Objeto, $F < p < C$
- Imagem, $i > C$
- Imagem real, maior, invertida
- $|m| > 1$

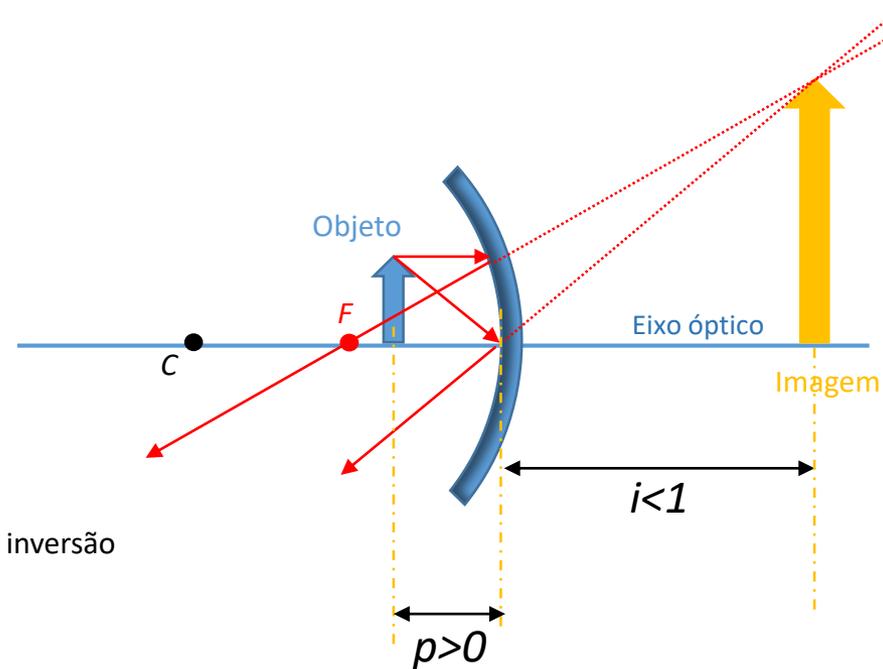
Espelho côncavo: “Formação de imagem”



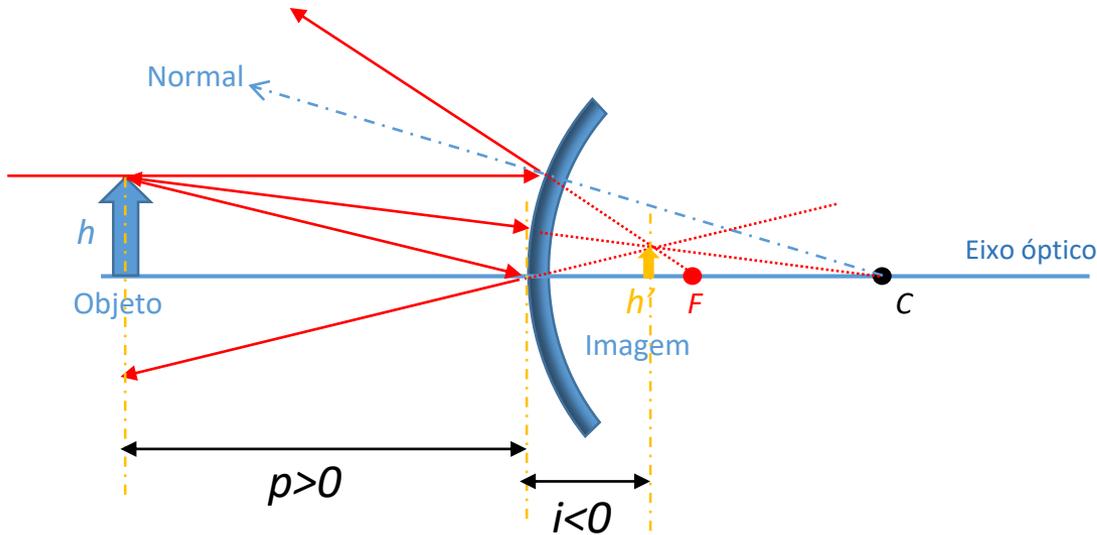
- Objeto, $p=F$
- Imagem, $i=\pm\infty$
- Sem imagem



- Objeto, $p < F$
- Imagem, $0 < i < -\infty$
- Imagem virtual, maior, sem inversão
- $m > 1$



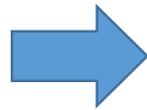
Espelho convexo: Visualização de imagem



- Objeto, $p = \text{qualquer}$
- Imagem, $0 > i < -F$
- Imagem virtual, menor, sem inversão
- $m < 1$

$$m = \frac{-i}{p} = \frac{|i|}{p}$$

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



$$\frac{1}{p} - \frac{1}{|i|} = -\frac{1}{|f|}$$

$$\frac{1}{p} = \frac{1}{|i|} - \frac{1}{|f|} = \text{positivo}$$



$$|i| < |f|$$



$$m = \frac{|i|}{p} < 1$$

Espelho côncavo: Visualização de imagem

Observação: É possível visualizar uma imagem refletida num espelho côncavo!

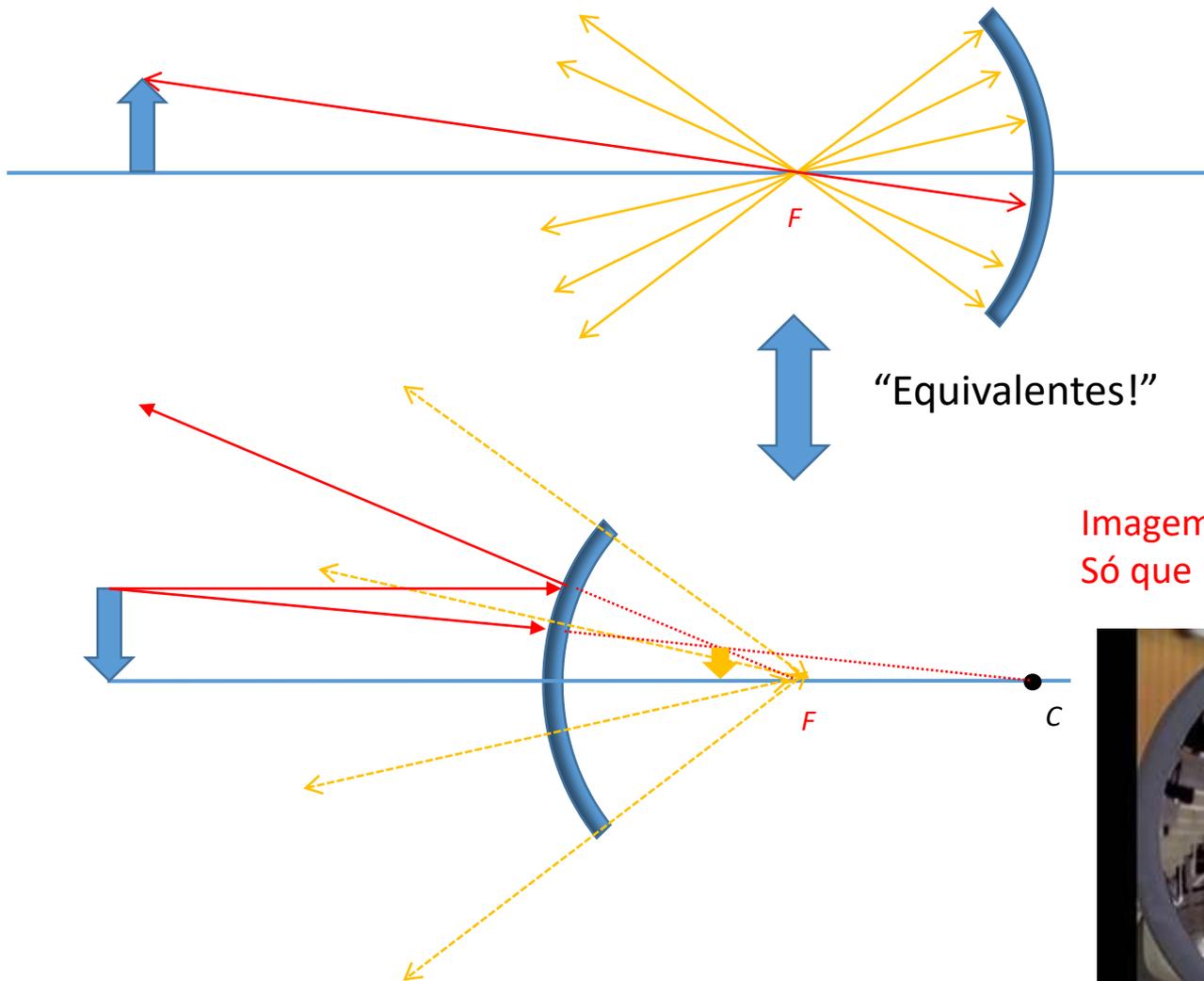


Imagem virtual como num espelho convexo:
Só que há a inversão da imagem!

