

Espelhos esféricos: estudo analítico

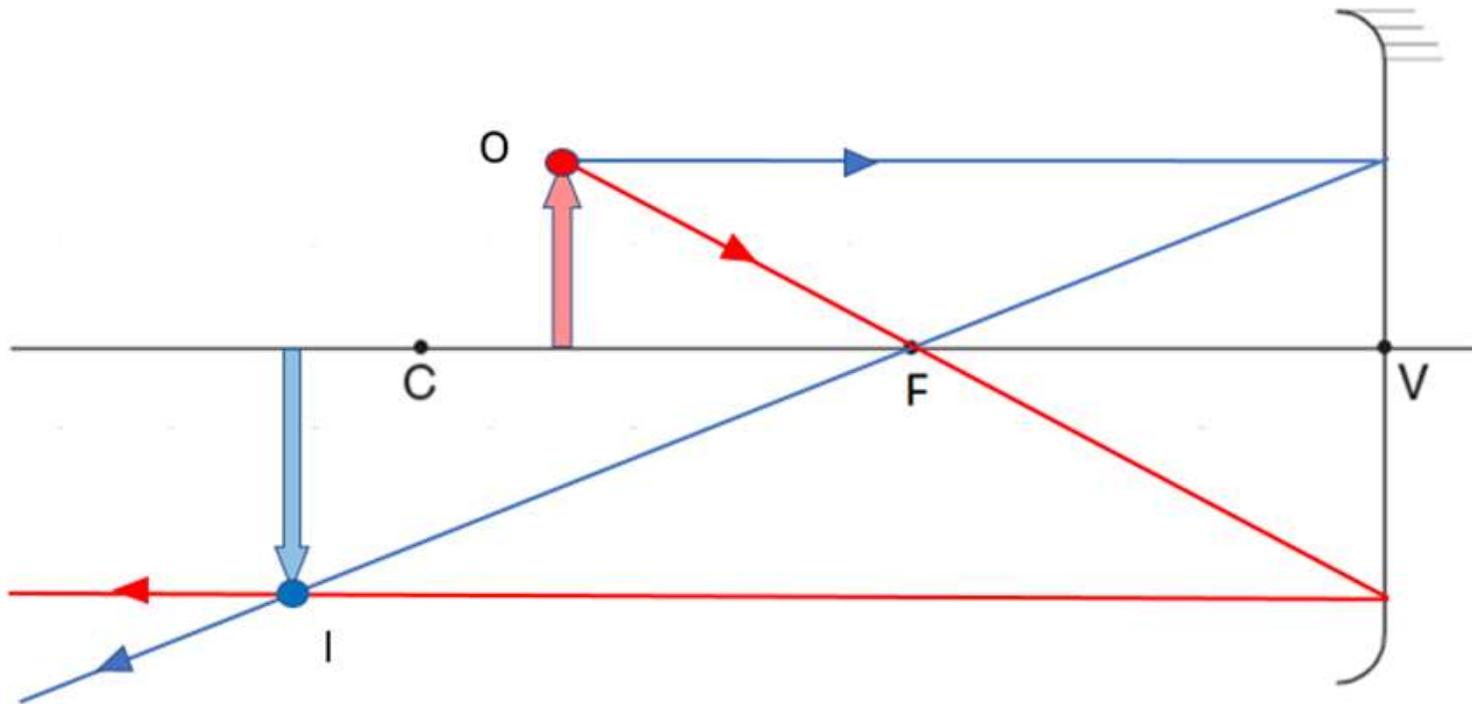
- Aula 12 / Pg. 489 / Alfa Rosa 3 / Setor C

Apresentação, orientação e tarefa: fisicasp.com.br

Professor Caio

Localização no plano cartesiano

Exemplo 1



Objeto Real

- Depois de F

Imagem

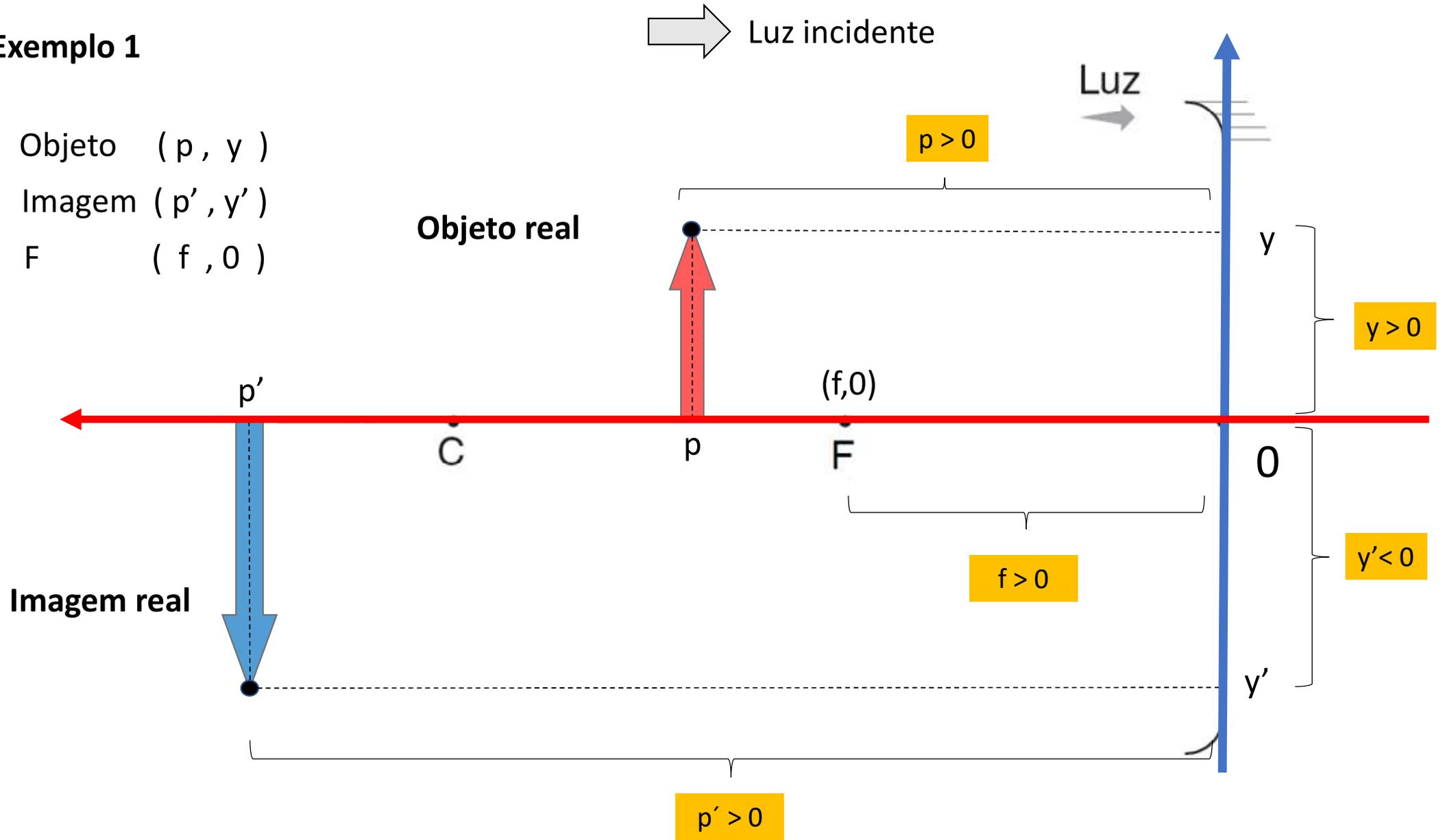
- Real
- Maior
- Invertida

Exemplo 1

Objeto (p, y)

Imagem (p', y')

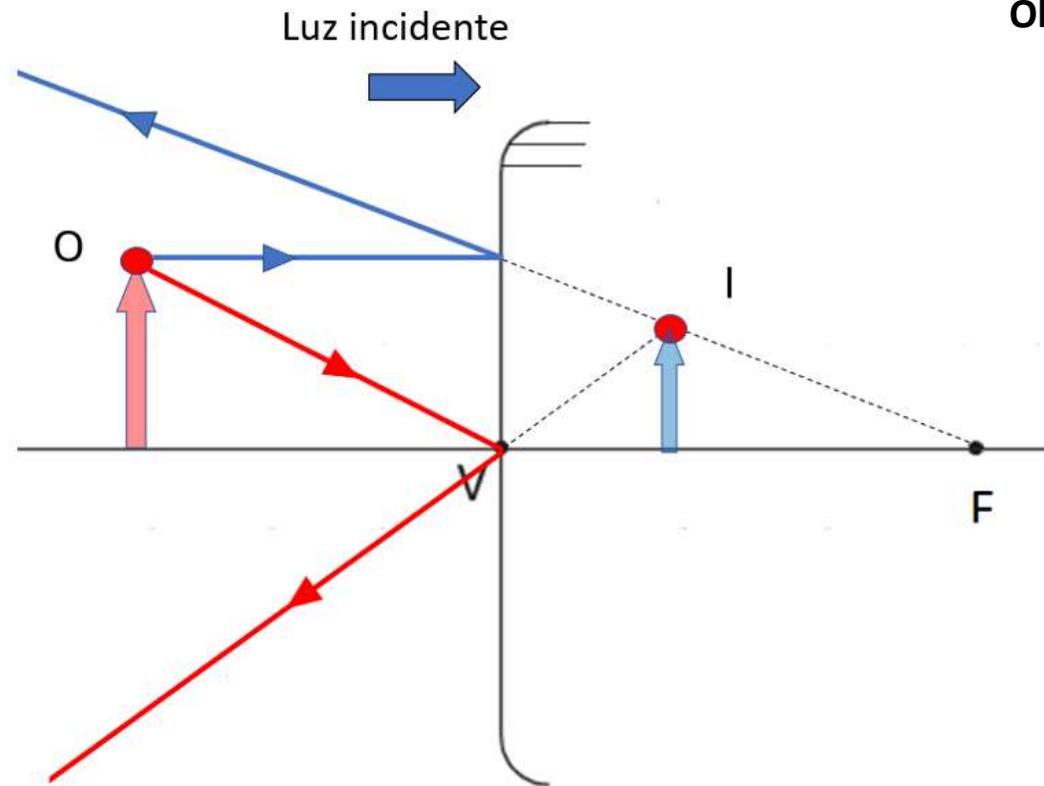
F $(f, 0)$



Exemplo 2

Imagem

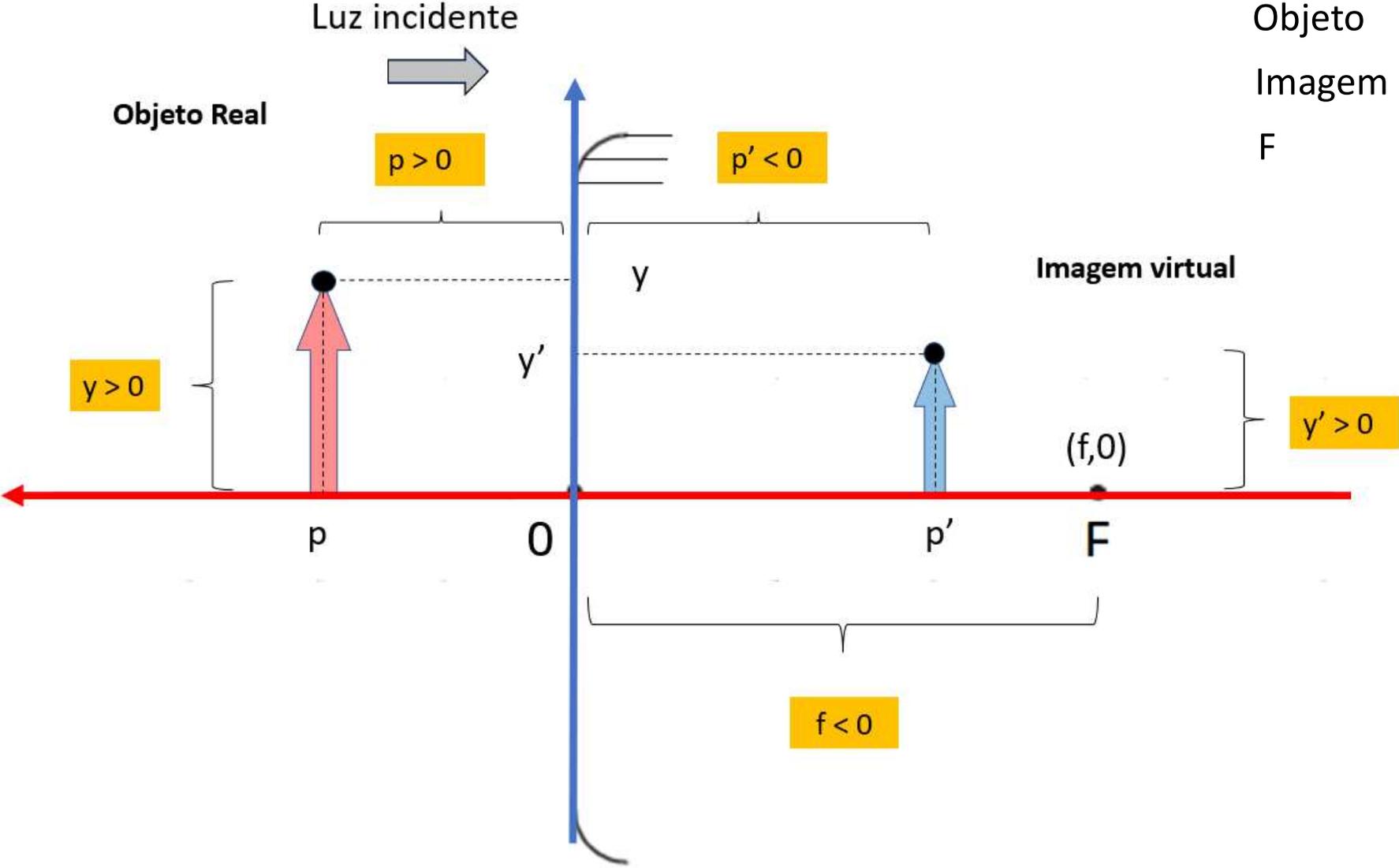
- Virtual
- Menor
- Direita
- Atrás do espelho (entre F e V)



Objeto Real

- Em qualquer posição

Exemplo 2



Objeto (p, y)
Imagem (p', y')
F $(f, 0)$

2. Equações e convenção de sinais

SIMBOLOGIA

Abcissas (p , p' e f)

- $p \Rightarrow$ Objeto; distância do objeto ao espelho.
- $p' \Rightarrow$ Imagem; distância da imagem ao espelho.
- $f \Rightarrow$ Abcissa focal; distância focal;

SINAIS

Abcissas (p , p' e f) (Natureza)

- Elemento real  $\left\{ \begin{array}{l} p > 0 \\ p' > 0 \\ f > 0 \text{ (espelho côncavo)} \end{array} \right.$
- Elemento virtual  $\left\{ \begin{array}{l} p < 0 \\ p' < 0 \\ f < 0 \text{ (espelho convexo)} \end{array} \right.$
- $r = 2|f|$

Ordenadas (y e y')

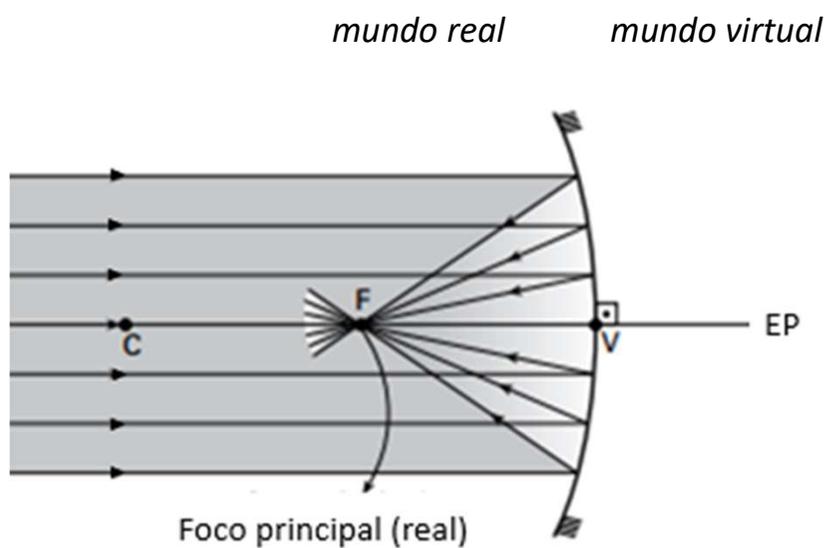
- $y \Rightarrow$ Comprimento do objeto e sua orientação.
- $y' \Rightarrow$ Comprimento da imagem e sua orientação.

Ordenadas (y e y') (Orientação)

- Elemento acima do EP  $\left\{ \begin{array}{l} y > 0 \\ y' > 0 \end{array} \right.$
- Elemento abaixo do EP  $\left\{ \begin{array}{l} y < 0 \\ y' < 0 \end{array} \right.$

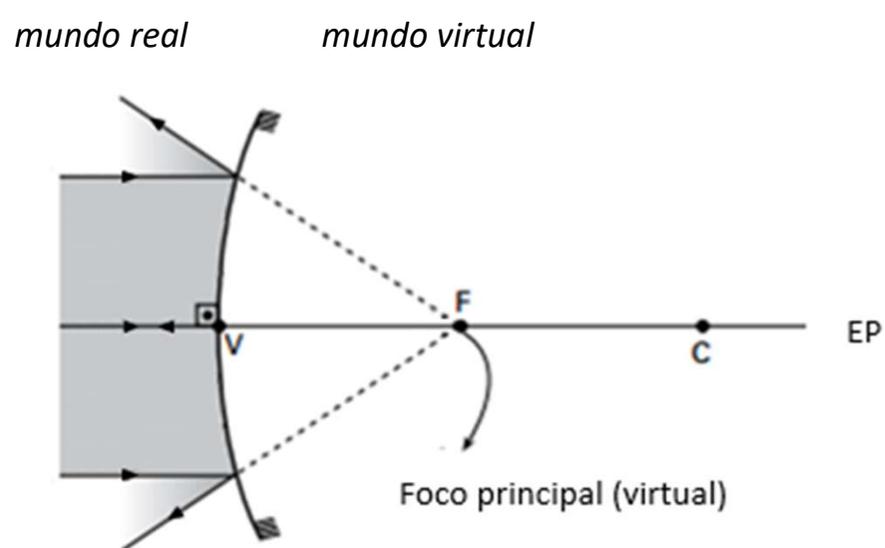
Espelhos Esféricos - focos principais

Espelho esférico côncavo



$$f > 0$$

Espelho esférico convexo



$$f < 0$$

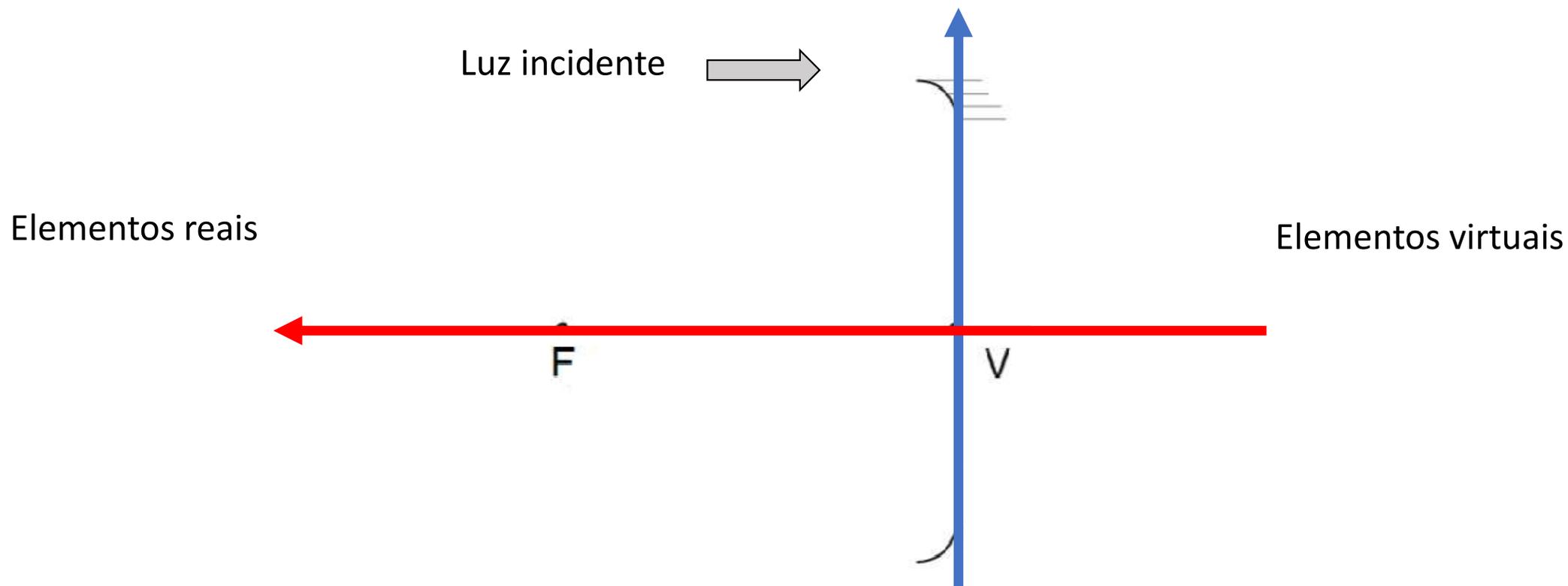
**Equação de Gauss
ou
equação dos pontos conjugados**

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

**Equação do aumento
linear transversal**

$$A = \frac{y'}{y} = -\frac{p'}{p} = \frac{f}{f - p}$$

Sistema de referência



- O eixo das abscissas tem orientação contrária ao sentido da luz incidente.
- Eixo das ordenadas (y e y').
- Eixo das abscissas (p , p' e F).

Discussão do aumento linear transversal

- $|A| > 1$: Ampliação
- $|A| < 1$: Redução
- $|A| = 1$: Objeto e imagem tem mesmo comprimento

O módulo conta sobre o tamanho da imagem!



- $A < 0$ (A com sinal negativo): objeto e imagem têm orientações contrárias
- $A > 0$ (A com sinal positivo): objeto e imagem têm mesma orientação

O sinal conta sobre a orientação da imagem!



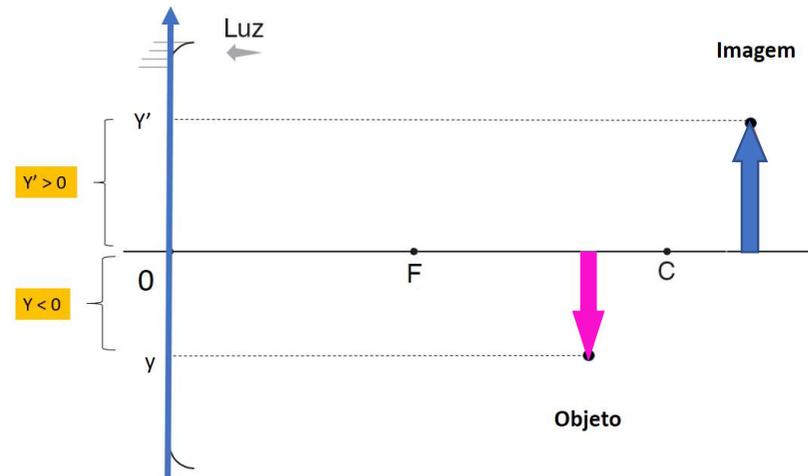
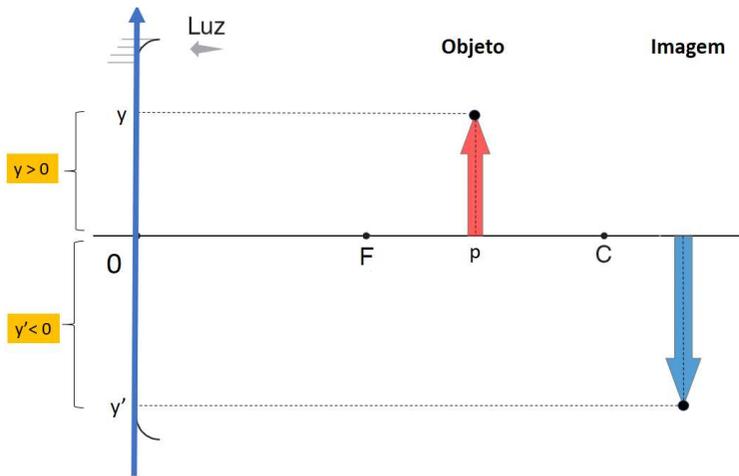
Discussão do aumento linear transversal

$$A = \boxed{-} \boxed{6} \longrightarrow 6 = \frac{|y'|}{|y|} \longrightarrow |y'| = 6|y| \quad \boxed{|A| > 1 : \text{ampliação}} \quad A = \frac{y'}{y}$$

$$(-) A = \frac{(-) y'}{(+) y}$$

$$(-) A = \frac{(+) y'}{(-) y}$$

$A < 0$ (A com sinal negativo) objeto e imagem têm orientações contrárias



Discussão do aumento linear transversal

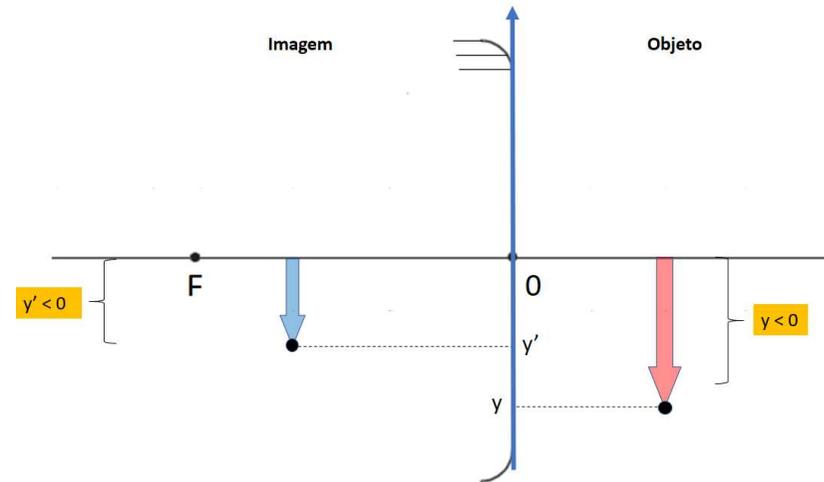
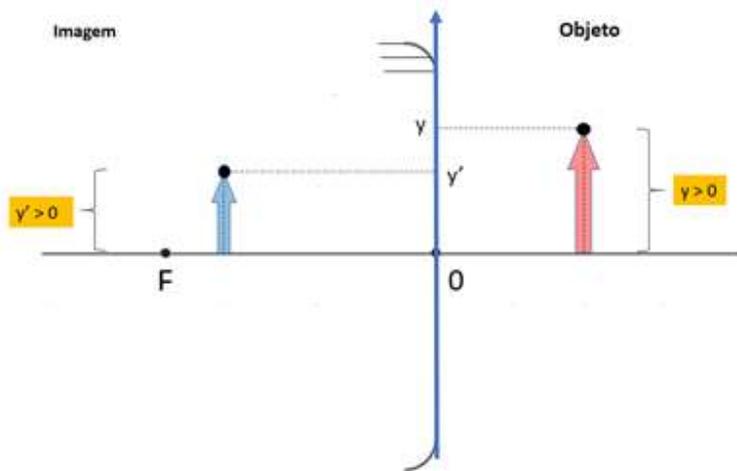
$$A = + \left[\frac{1}{3} \right] \longrightarrow \frac{1}{3} = \frac{|y'|}{|y|} \longrightarrow |y'| = \frac{|y|}{3}$$

$$|A| < 1 : \text{redução} \quad A = \frac{y'}{y}$$

$$(+)\ A = \frac{(+)\ y'}{(+)\ y}$$

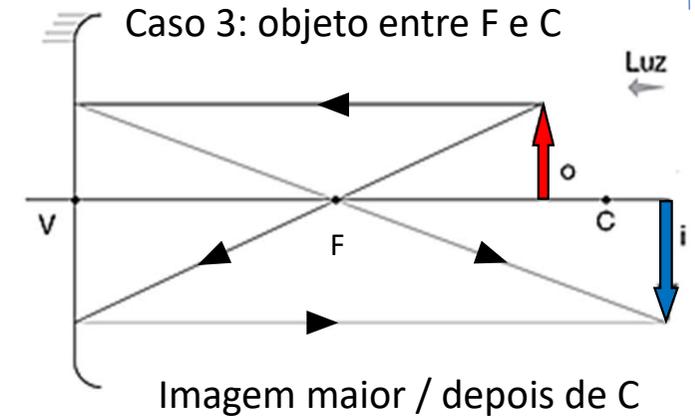
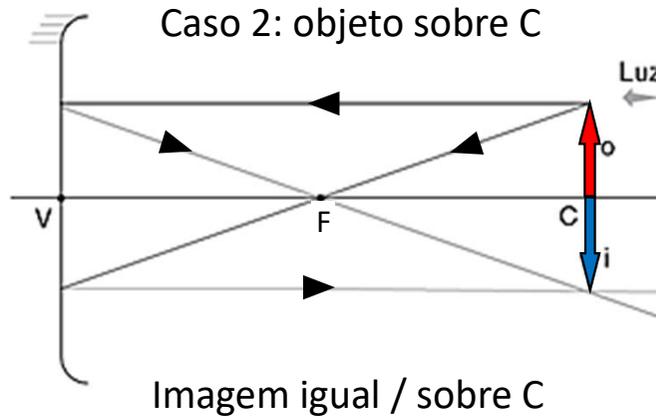
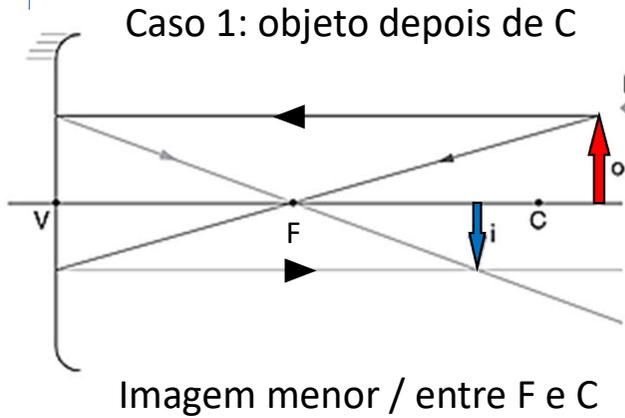
$$(+)\ A = \frac{(-)\ y'}{(-)\ y}$$

$A > 0$ (A com sinal positivo) objeto e imagem têm mesma orientação

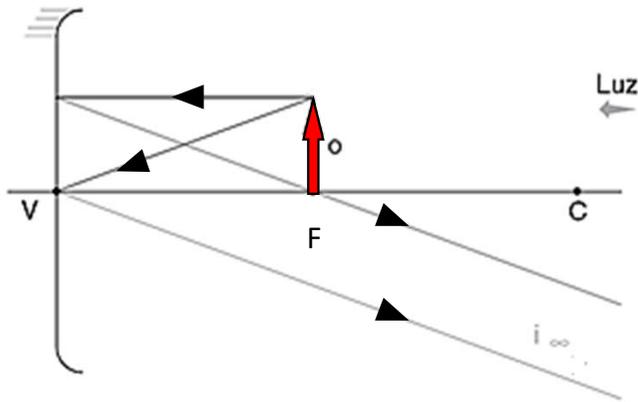


Espelho côncavo

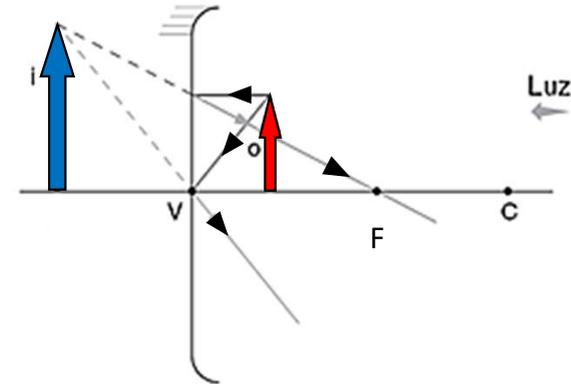
Objeto real depois de F: Imagem real, invertida e (menor, igual ou maior)



Caso 4: objeto real sobre F: imagem imprópria

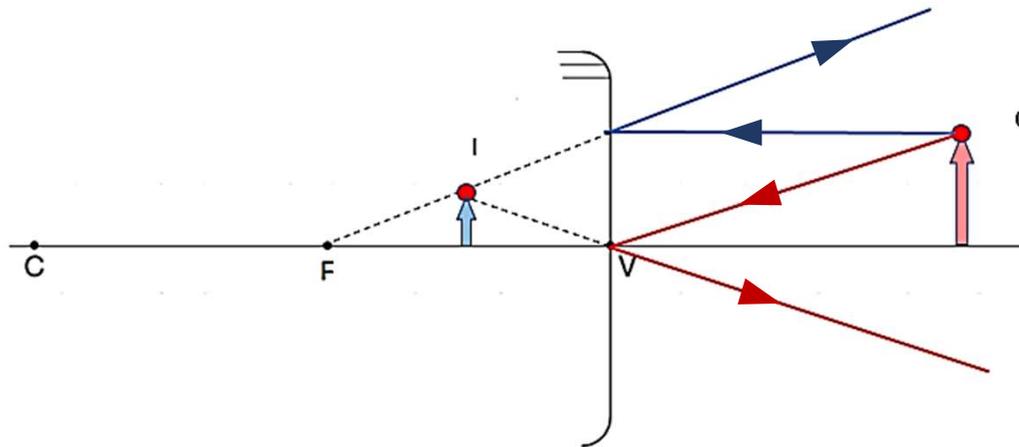
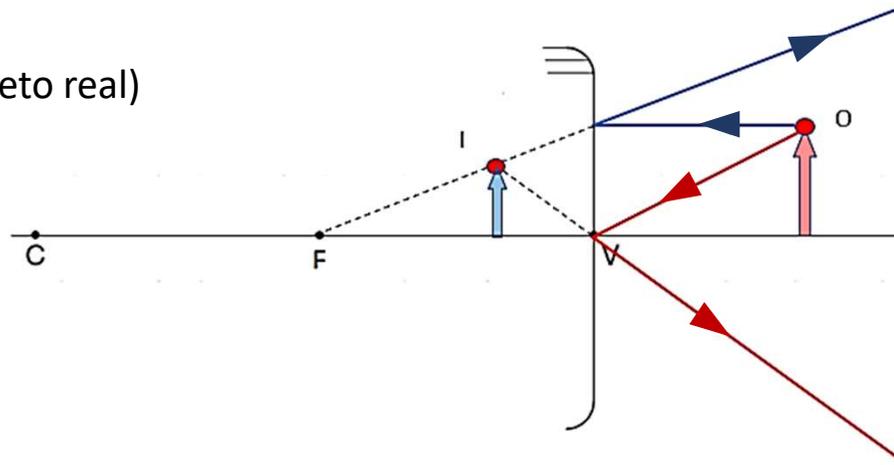


Caso 5: objeto real entre V e F: Imagem virtual, direita e maior



Espelho esférico convexo

Caso único
(Não importa a posição do objeto real)



<https://www.geogebra.org/m/wrazejjr>

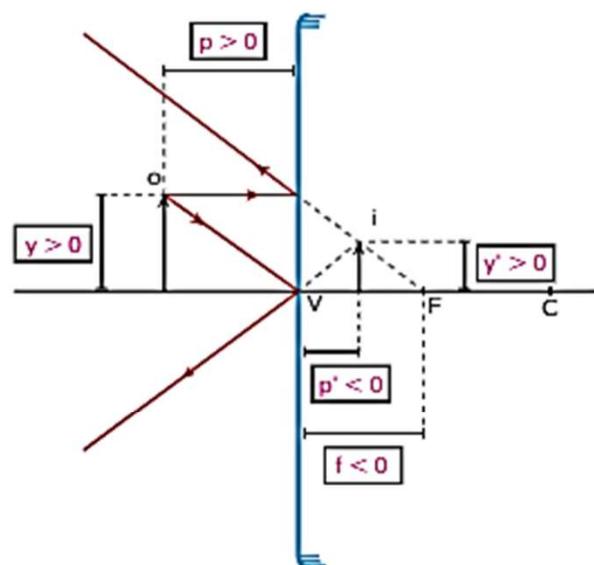
<https://www.geogebra.org/m/m98k3xys>

***Objeto real em qualquer posição
Imagem virtual, direita, menor e entre V e F.***

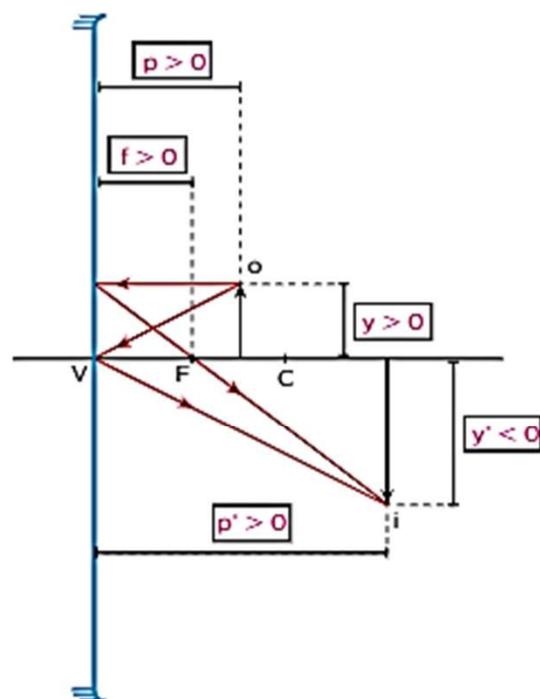
Exercícios da apostila

1 Nas figuras abaixo, complete cada caixa com o símbolo e o sinal da grandeza física mais indicada, de acordo com o estudo analítico da Óptica geométrica.

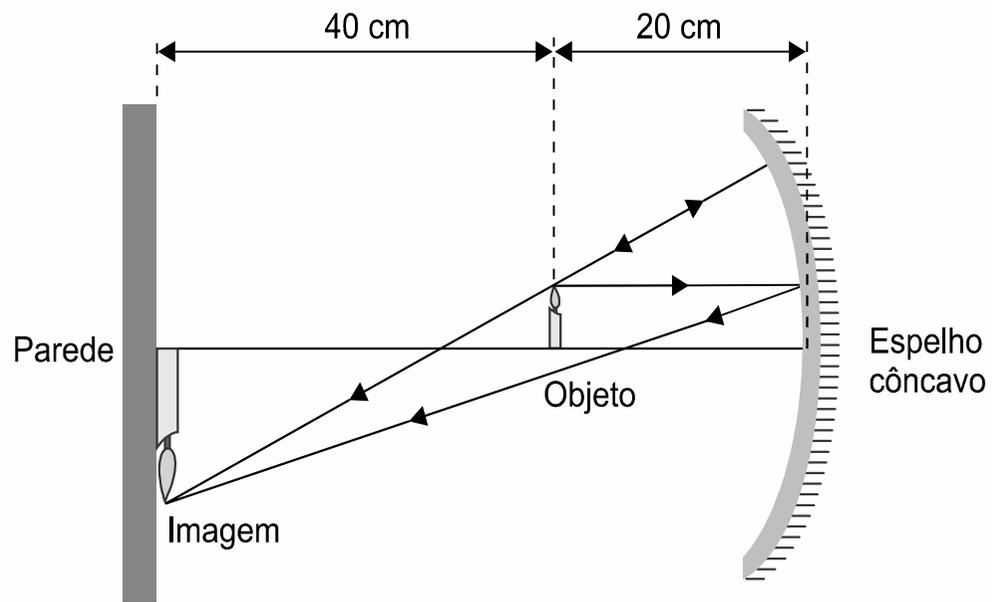
a)



b)



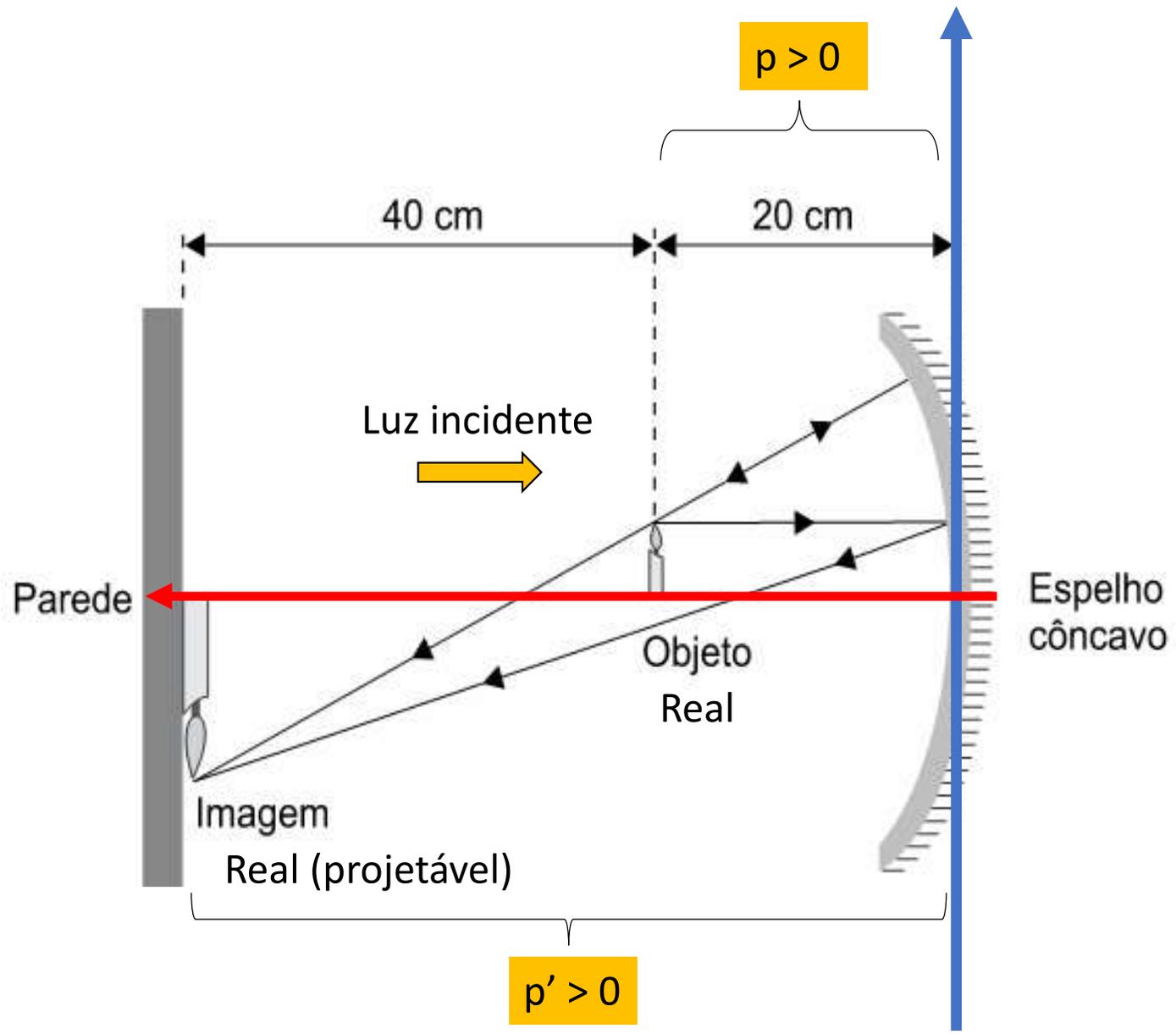
2. (Famerp 2018) Um objeto luminoso encontra-se a 40 cm de uma parede e a 20 cm de um espelho côncavo, que projeta na parede uma imagem nítida do objeto, como mostra a figura.



(www.geocities.ws. Adaptado.)

Considerando que o espelho obedece às condições de nitidez de Gauss, a sua distância focal é

- a) 15 cm
- b) 20 cm
- c) 30 cm
- d) 25 cm
- e) 35 cm



2.

Por meio da equação de Gauss, temos: $\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$

Sabendo que $p = 20$ cm e $p' = 60$ cm, fazemos: $\frac{1}{f} = \frac{1}{60} + \frac{1}{20} \Rightarrow f = \frac{60}{4} \therefore f = 15$ cm

Vale comentar que, como $p > f$ e o espelho é côncavo, a imagem é real, invertida e maior que o objeto, como discutido nas aulas anteriores.

3 (PUC-SP) Determine o raio de curvatura, em cm, de um espelho esférico que obedece às condições de nitidez de Gauss e que conjuga de um determinado objeto uma imagem invertida, de tamanho igual a $\frac{1}{3}$ do tamanho do objeto e situada sobre o eixo principal desse espelho. Sabe-se que a distância entre a imagem e o objeto é de 80 cm.

a) 15

b) 30

► c) 60

d) 90

Se a imagem é invertida, trata-se de um espelho côncavo. Como a imagem é menor do que o objeto, ele está colocado antes do centro de curvatura desse espelho e está mais afastado dele do que a imagem. Logo, de acordo com as informações do enunciado, $p - p' = 80 \text{ cm} \Rightarrow p = 80 + p'$ e $y' = -\frac{1}{3}y$.

Da relação de aumento transversal:

$$A = \frac{y'}{y} = -\frac{p'}{p} \Rightarrow \frac{-\frac{1}{3}y}{y} = -\frac{p'}{80 + p'} \Rightarrow 3p' = 80 + p' \Rightarrow 2p' = 80 \therefore p' = 40 \text{ cm}$$

Portanto: $p = 80 + 40 = 120 \text{ cm}$

Aplicando esses valores na equação de Gauss:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{120} + \frac{1}{40} \therefore f = 30 \text{ cm}$$

Logo, o raio de curvatura é: $R = 2f = 2 \cdot 30 = 60 \text{ cm}$