

## **Lentes esféricas: estudo analítico**

- Aulas 35 e 36 / Pg. 402 / Apostila 5

Apresentação, orientação e tarefa: [fisicasp.com.br](http://fisicasp.com.br)

**Professor Caio**

## Localização no plano cartesiano

Caso 3: lente convergente e objeto real entre A e F → Imagem

- Real
- Invertida
- Menor
- Entre A e F

Objeto Real

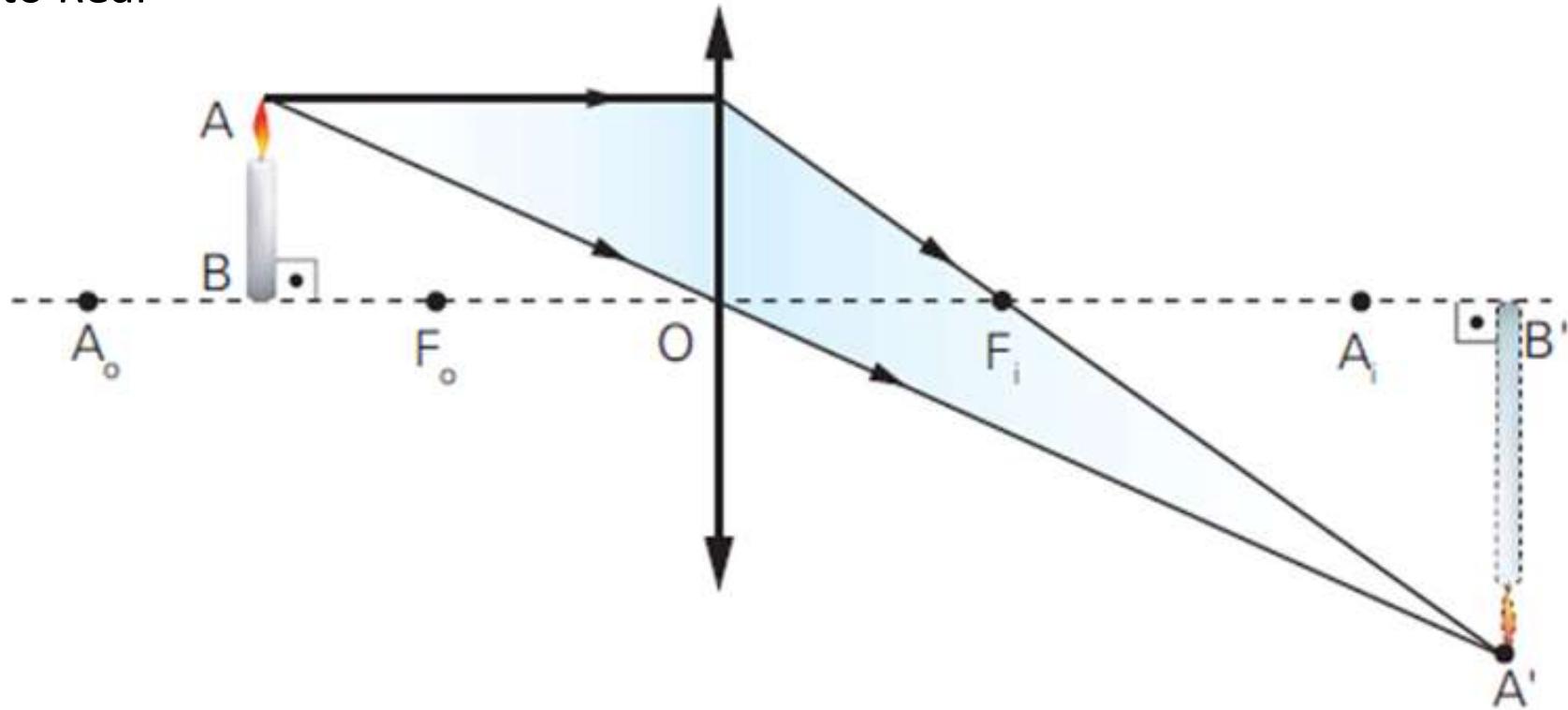
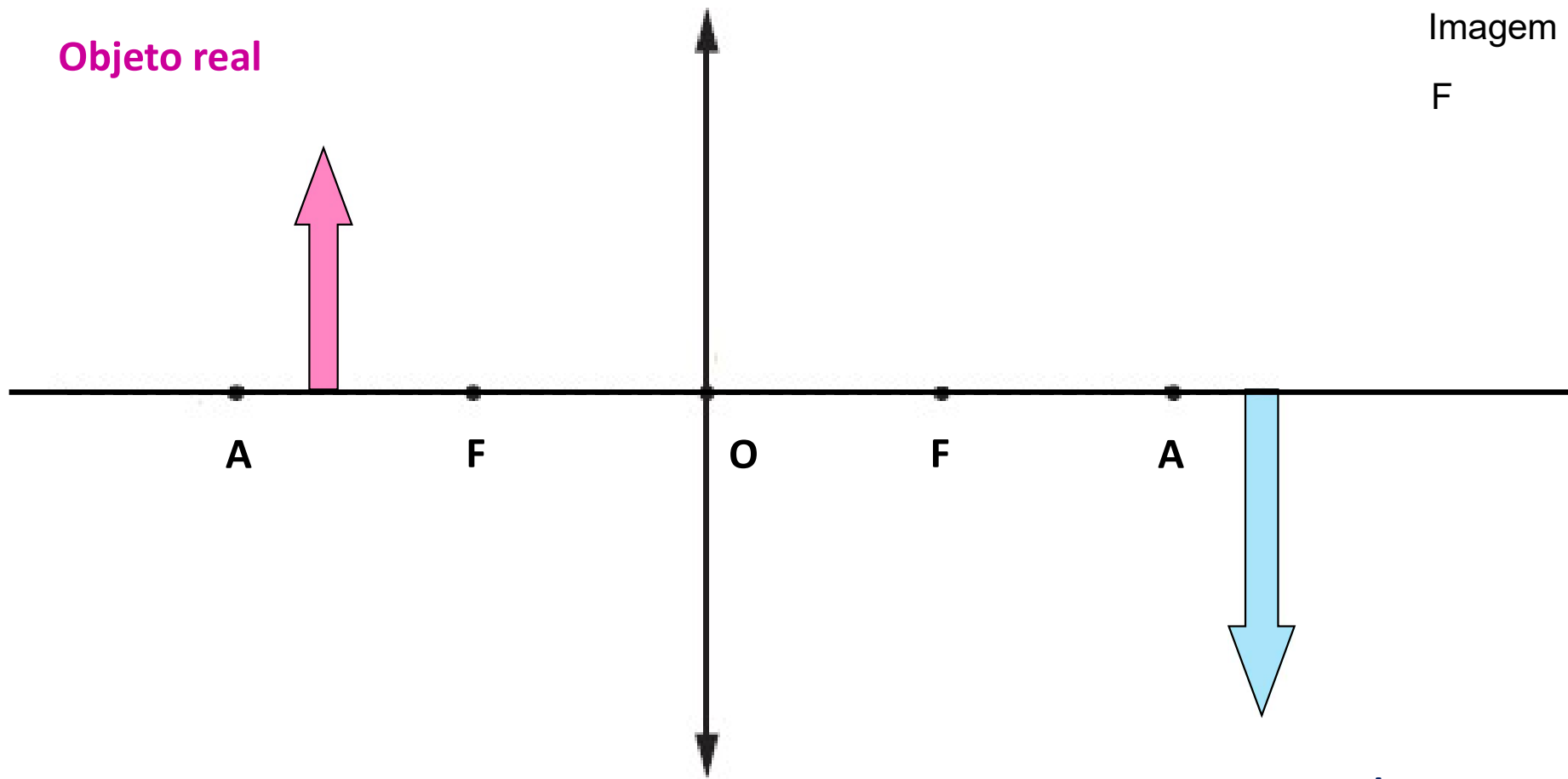


Imagem real

Objeto real



Objeto ( p , y )

Imagem ( p' , y' )

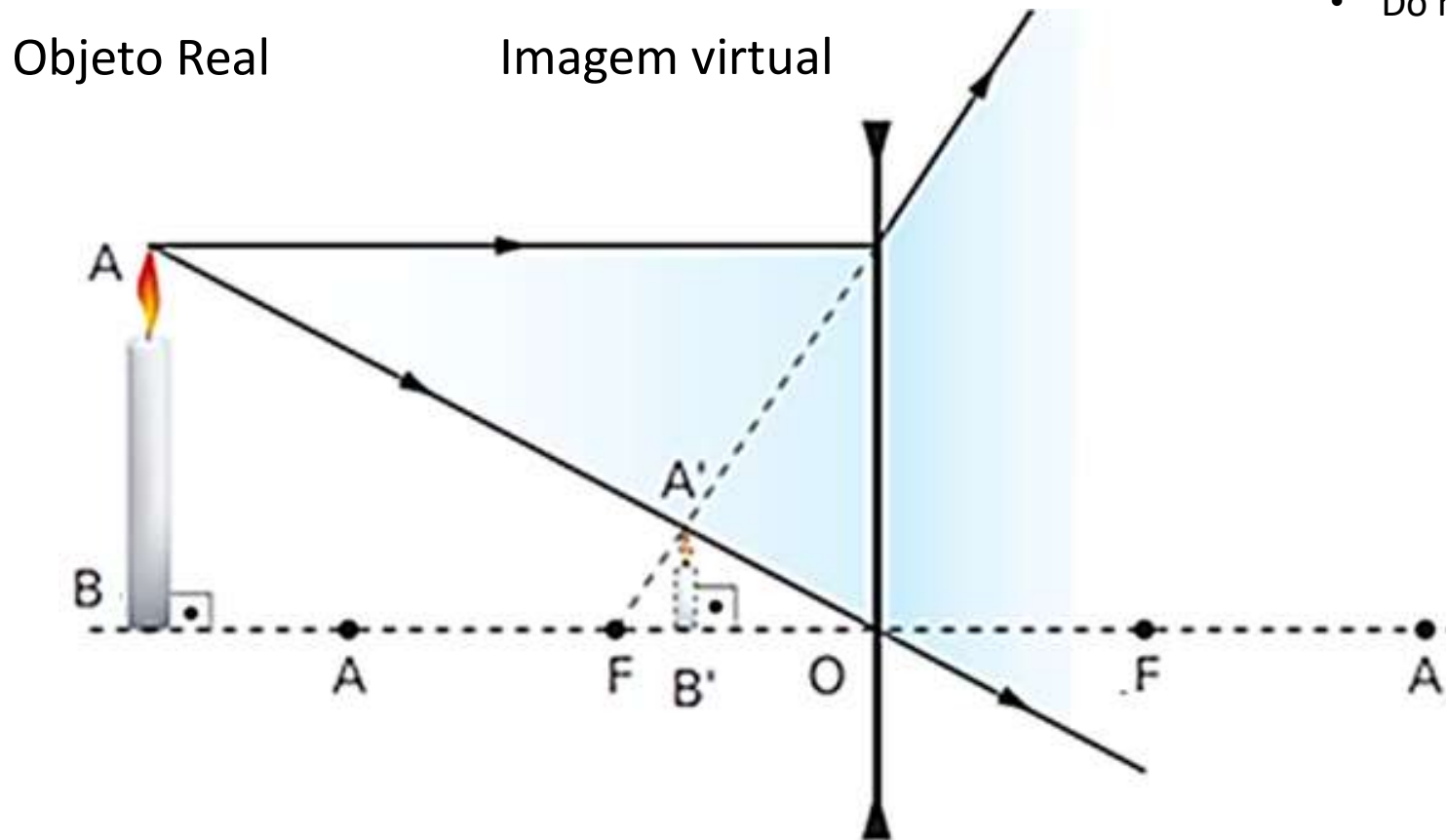
F ( f , 0 )

Imagem real

## Caso único: lente divergente e objeto real em qualquer posição

### Imagem

- Virtual
- Direita
- Menor
- Do mesmo lado o objeto



Objeto real

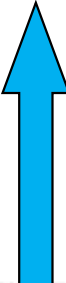
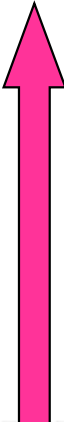
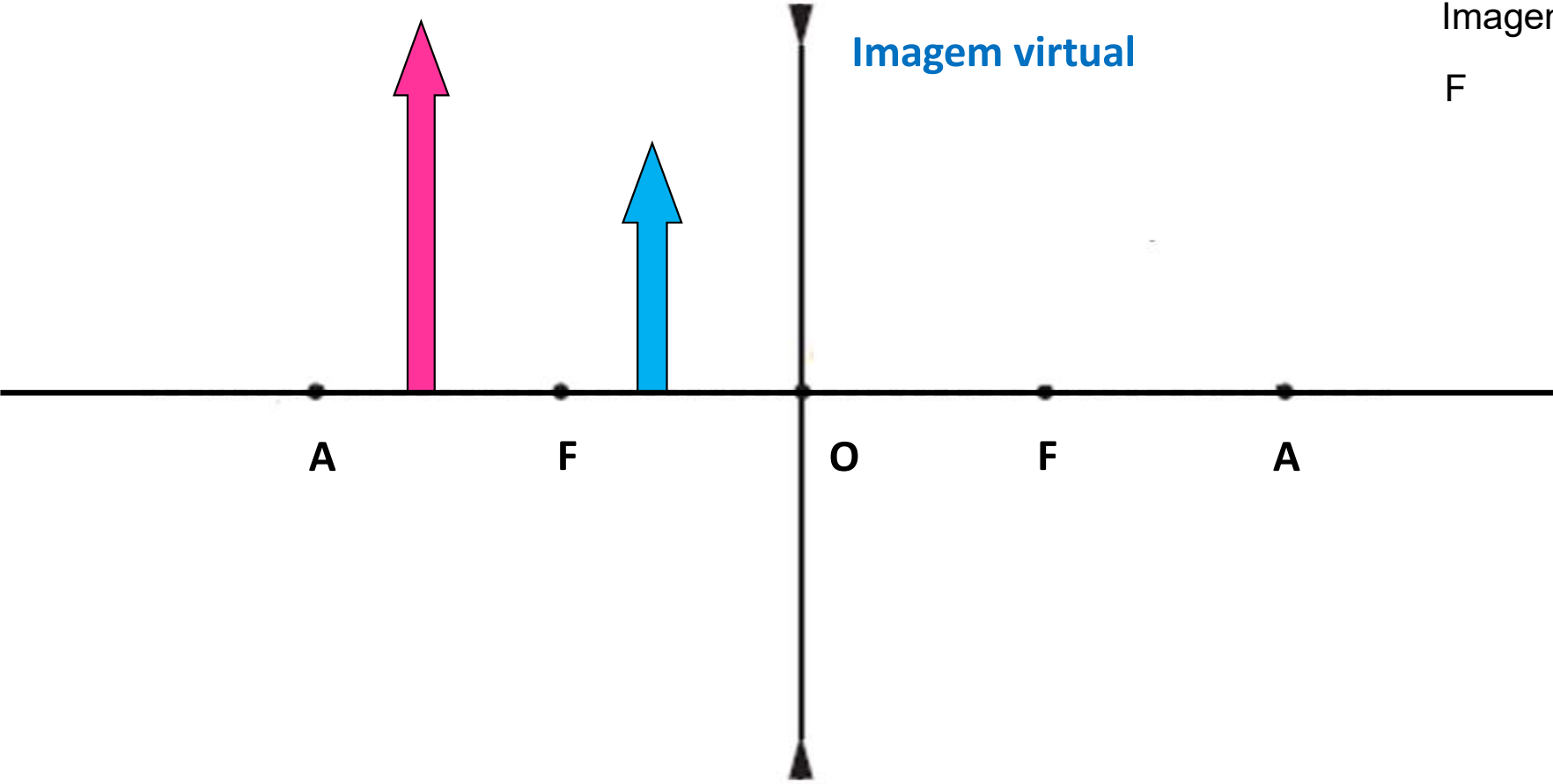


Imagem virtual



Objeto ( p , y )

Imagem ( p' , y' )

F ( f , 0 )

## Convenção de sinais e equações

## SIMBOLOGIA

### Abscissas ( $p$ , $p'$ e $f$ )

- $p \Rightarrow$  Objeto; distância do objeto à lente.
- $p' \Rightarrow$  Imagem; distância da imagem à lente.
- $f \Rightarrow$  Abscissa focal; distância focal;

## SINAIS

### Abscissas ( $p$ , $p'$ e $f$ ) (Natureza)

- Elemento real  $\oplus$   $\left\{ \begin{array}{l} \text{Ob. real: } p > 0 \\ \text{Im. real: } p' > 0 \end{array} \right.$
- Elemento virtual  $\ominus$   $\left\{ \begin{array}{l} \text{Ob. virtual: } p < 0 \\ \text{Im. virtual: } p' < 0 \end{array} \right.$

- Lente convergente:  $f > 0$  (foco real)
- Lente divergente:  $f < 0$  (foco virtual)

### Ordenadas ( $y$ e $y'$ )

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

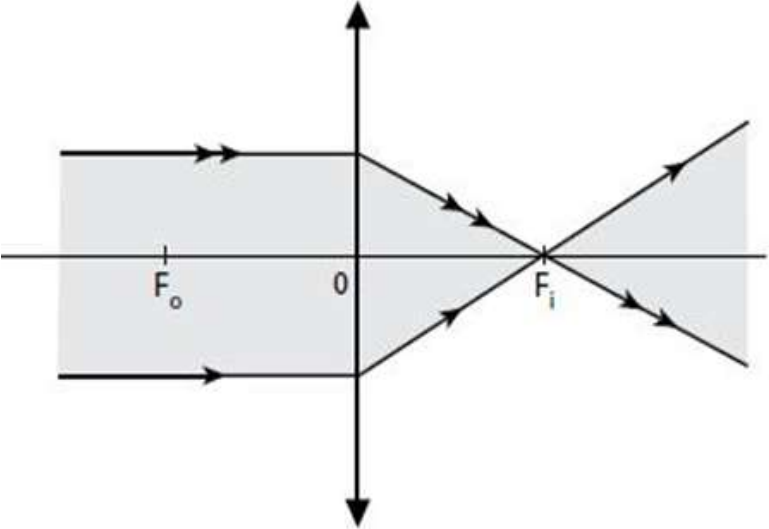
### Ordenadas ( $y$ e $y'$ ) (orientação)

- Elemento acima do EP  $\oplus$   $\left\{ \begin{array}{l} \text{Ob. acima: } y > 0 \\ \text{Im. acima: } y' > 0 \end{array} \right.$
- Elemento abaixo do EP  $\ominus$   $\left\{ \begin{array}{l} \text{Ob. abaixo: } y < 0 \\ \text{Im. abaixo: } y' < 0 \end{array} \right.$



# Lentes esféricas – focos

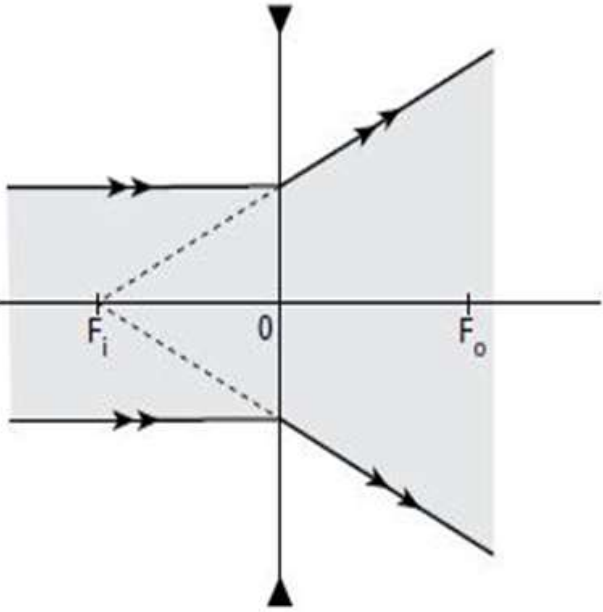
## Lente convergente



Focos (reais)

$$f > 0$$

## Lente divergente



Focos (virtuais)

$$f < 0$$

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

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

**Equação do aumento  
linear transversal**

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

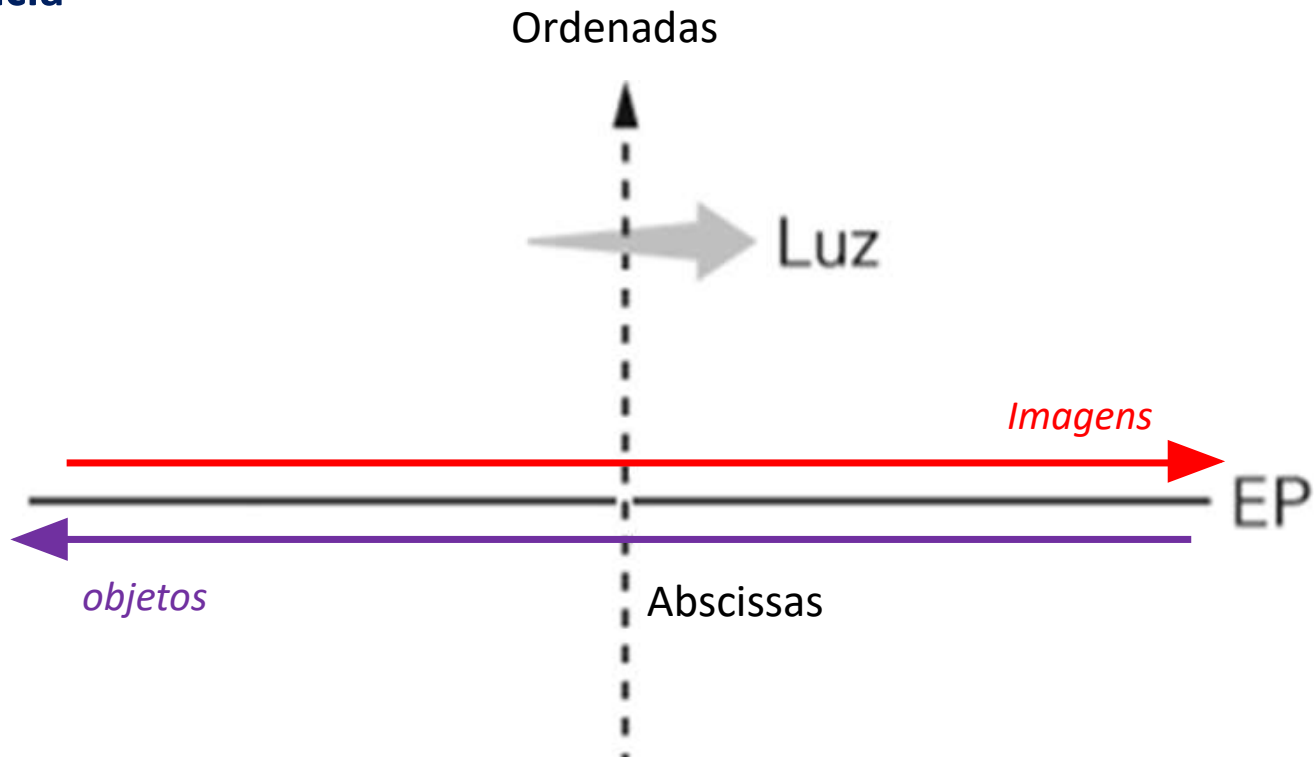
**Convergência ou vergência (C)**

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

SI: di (dioptria) =  $\frac{1}{m}$

# Sistema de referência

## Sistema de referência



Atenção!

- Temos duas orientações para o eixo das abscissas: uma para objetos e outra para as imagens.
- O sentido do eixo das imagens é o mesmo sentido da luz incidente.
- O sentido do eixo dos objetos é contrário ao sentido da luz incidente.
- O eixo das ordenadas é orientado para cima.

## 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!

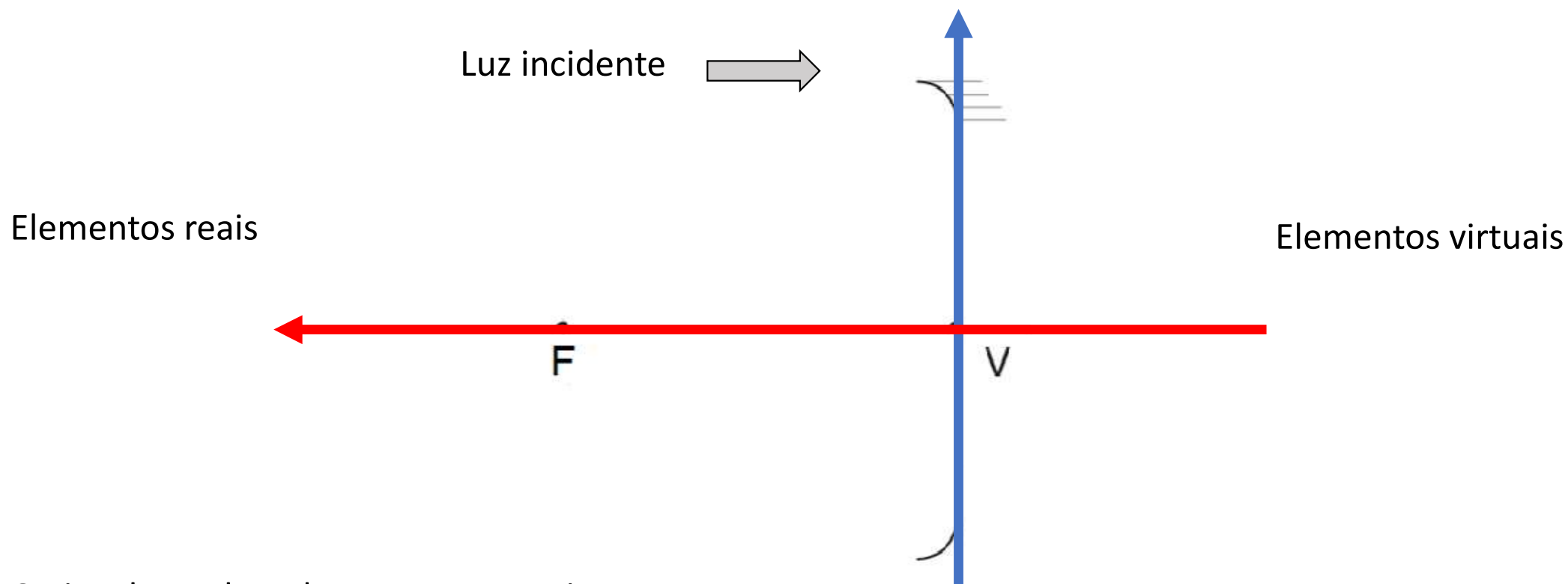


- $A < 0$  (A com sinal negativo): objeto e imagem têm orientações contrárias
- $A > 0$  (A com sinal positivo): objeto e imagem têm mesma orientação

O sinal conta sobre a orientação da imagem!



### 3. Estudo analítico dos espelhos esféricos



- O eixo das ordenadas aponta para cima
- O eixo das abscissas tem orientação contrária ao sentido da luz incidente
- Focos:
  - Espelho côncavo:  $f > 0$
  - Espelho convexo:  $f < 0$

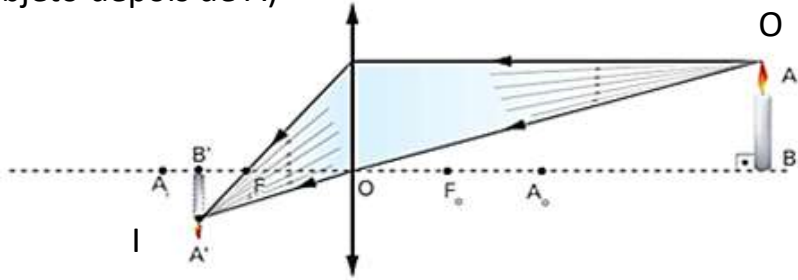
## Conjugação de imagens

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

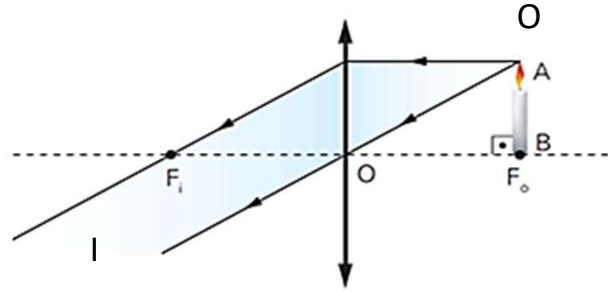
<https://www.geogebra.org/m/pfzxc9f5>

<https://www.geogebra.org/m/BYb3FJGx>

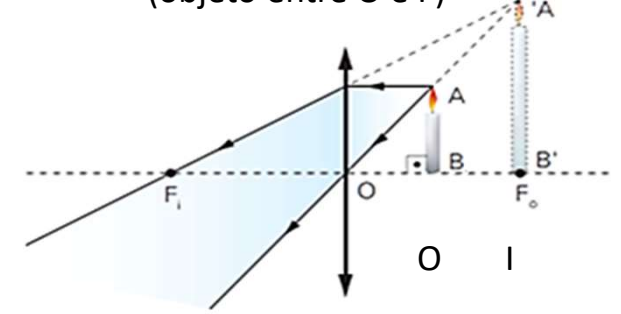
Caso 1  
(objeto depois de A)



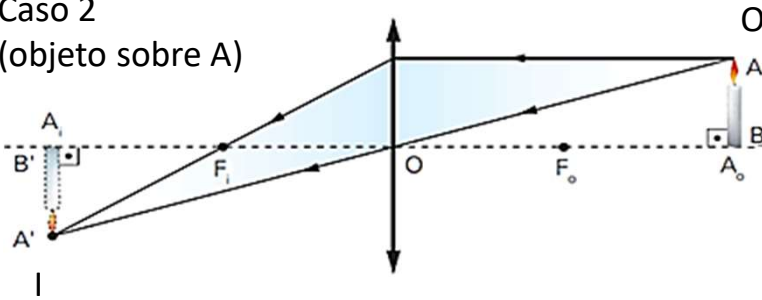
Caso 4  
(objeto sobre F)



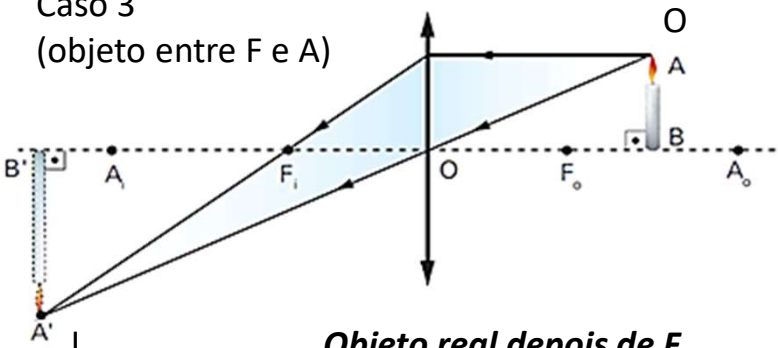
Caso 5  
(objeto entre O e F)



Caso 2  
(objeto sobre A)



Caso 3  
(objeto entre F e A)



Lente convergente

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

*Objeto real sobre F  
Imagem imprópria*

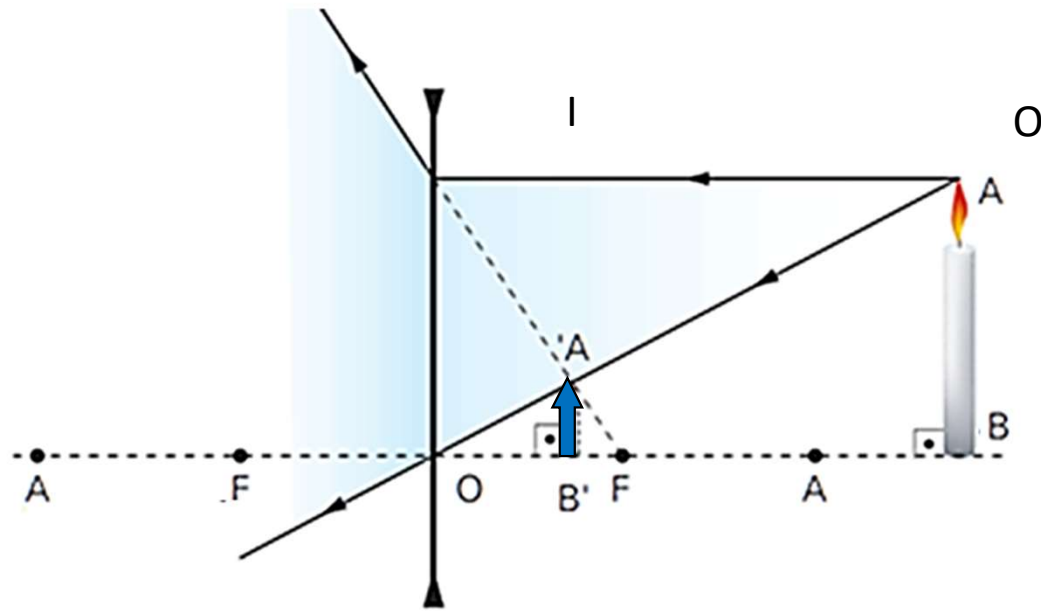
*Objeto real entre O e F  
Imagem virtual e direita*



## Lente divergente

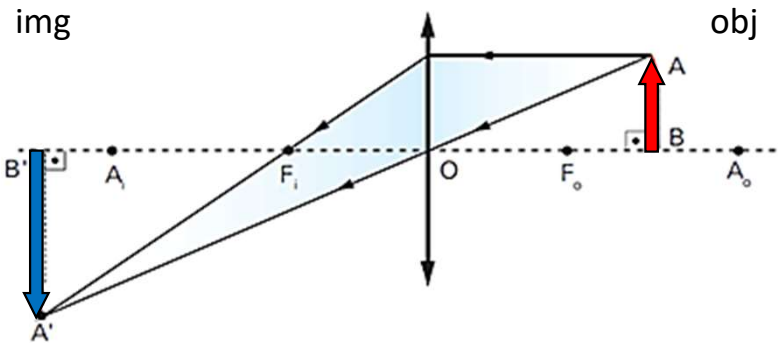
Caso único

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

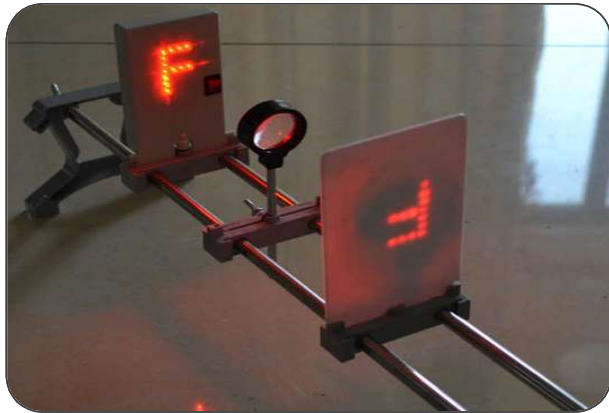


**Lente convergente**

objeto depois de F

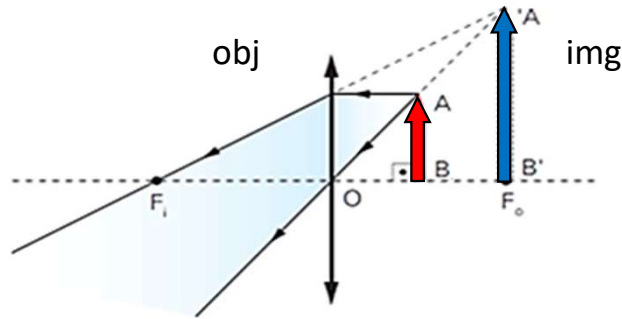


*Objeto real depois de F  
Imagem real e invertida (menor, igual ou maior)*



**Lente convergente**

objeto entre O e F



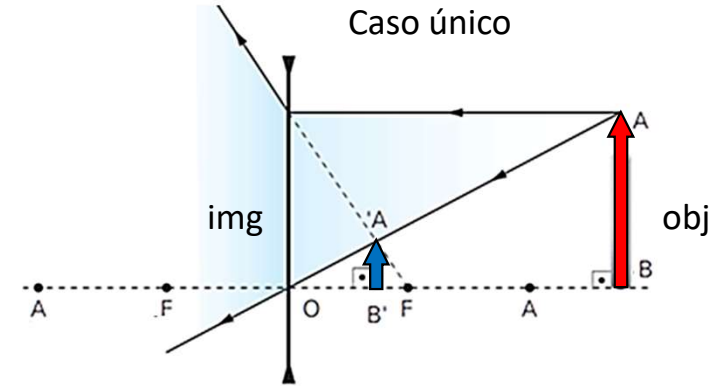
*Objeto real entre O e F  
Imagem virtual e direita*

Lupa



**Lente divergente**

Caso único



*Objeto real entre O e F  
Imagem virtual e direita*

