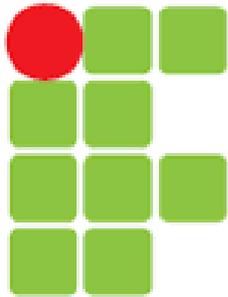


# Física IV

---



INSTITUTO FEDERAL  
SUL-RIO-GRANDENSE



## Instrumentos Ópticos

Prof. Nelson Luiz Reyes Marques

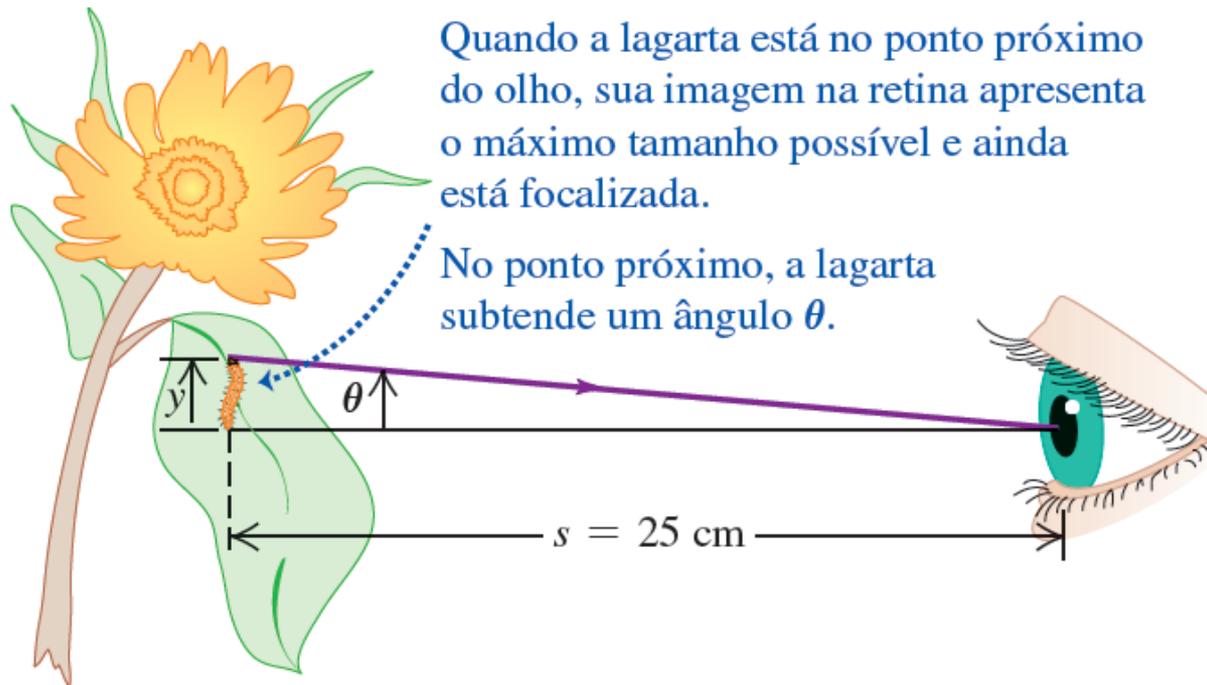
## Lupa

---

- O tamanho aparente de um objeto é determinado pelo tamanho da imagem sobre a retina.
- Se o olho não possui nenhuma lente adicional, o tamanho depende do ângulo  $\theta$  subtendido pelo objeto no olho, grandeza chamada de tamanho angular.
- Para observar de perto um objeto pequeno, como um inseto ou um cristal, você deve colocá-lo próximo ao olho, de modo que a imagem sobre a retina e o ângulo subtendido possuam o maior tamanho possível.
- Contudo, o olho não pode focalizar com nitidez objetos que estejam mais próximos que o ponto próximo, de modo que o tamanho de um objeto é máximo (ou seja, ele subtende o ângulo máximo) quando é colocado sobre o ponto próximo.

# Lupa

- O tamanho angular  $\theta$  é máximo quando o objeto é colocado sobre o ponto próximo:



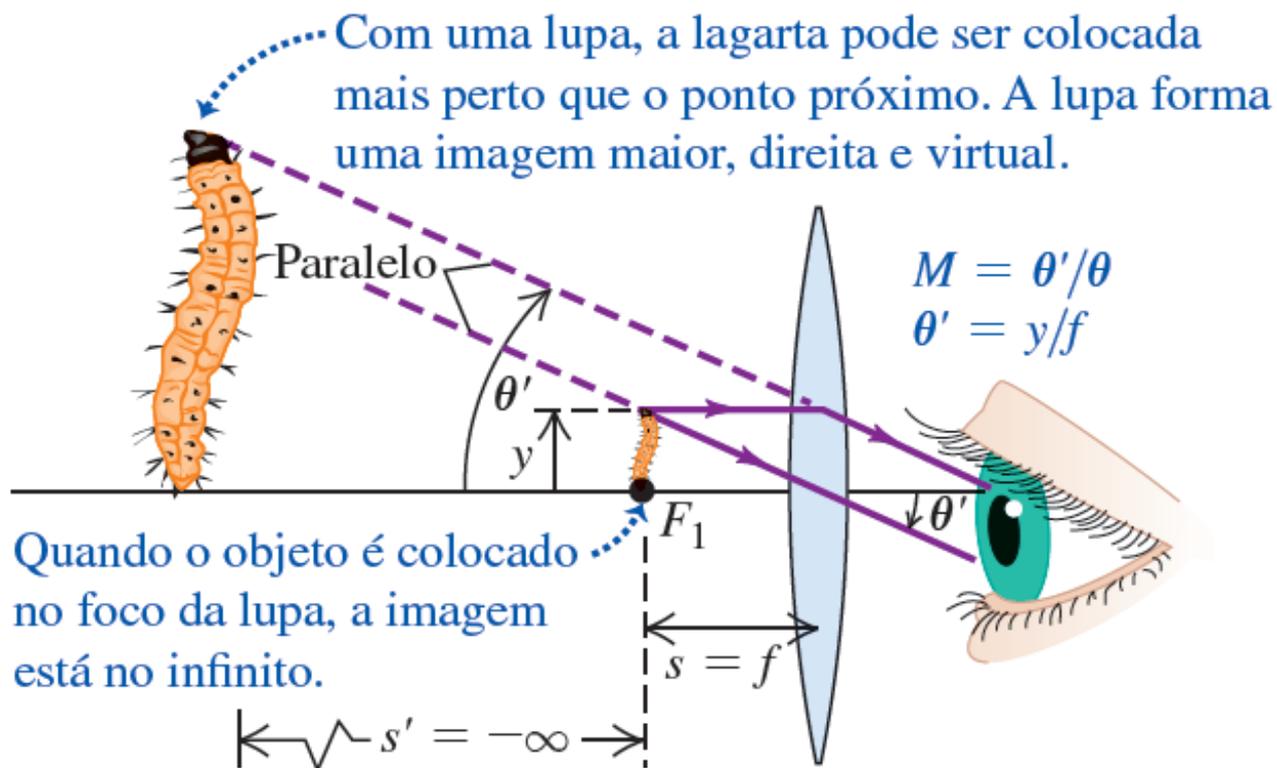
## Lupa

---

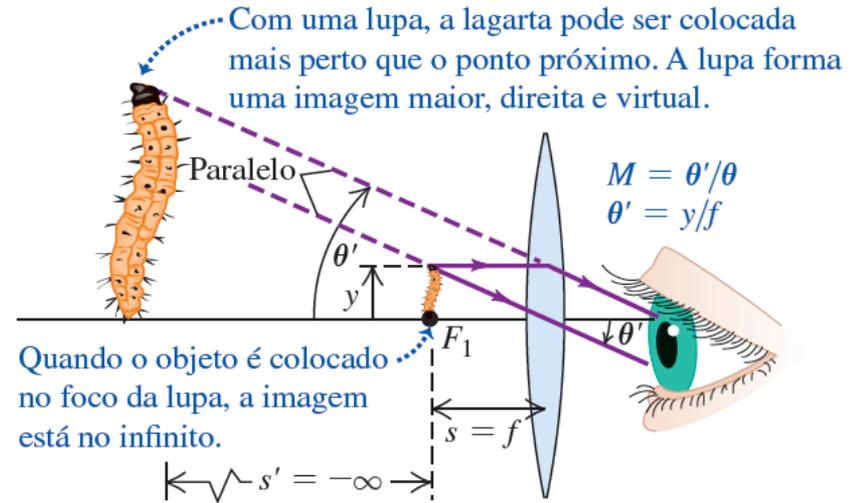
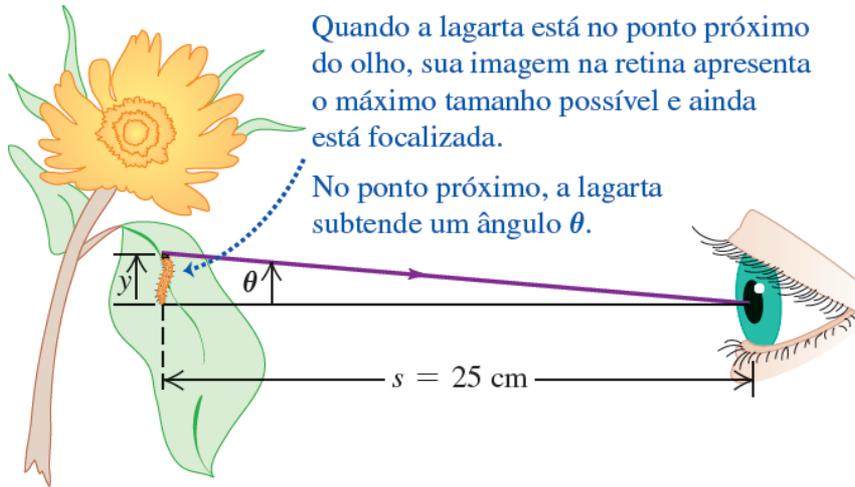
- Portanto, usando essa lente, o objeto pode ser deslocado para mais perto do olho, e o tamanho angular da imagem pode ser muito maior que o tamanho angular do objeto a uma distância de 25 cm sem o uso da lente.
- Uma lente empregada dessa maneira é chamada de **lupa**, também conhecida como lente de aumento ou lupa simples.
- Uma lupa colocada em frente ao olho forma uma imagem no infinito, e o ângulo subtendido com auxílio da lupa é  $\theta'$ . A medida da ampliação fornecida pela lente é dada pela razão entre o ângulo  $\theta'$  (com a lupa) e o ângulo  $\theta$  (sem a lupa). Essa razão é chamada de ampliação angular  $M$ :

$$M = \frac{\theta'}{\theta}$$

# Lupa



# Lupa



- Considerando que os ângulos  $\theta$  e  $\theta'$  são muito pequenos

$$\tan \theta = \theta = \frac{y}{25} \quad \tan \theta' = \theta' = \frac{y}{f}$$

$$M = \frac{\theta'}{\theta} = \frac{y/f}{y/25} = \frac{25 \text{ cm}}{f}$$

Ampliação angular para uma lupa simples

$$M = \frac{\theta'}{\theta} = \frac{y/f}{y/25 \text{ cm}} = \frac{25 \text{ cm}}{f}$$

Tamanho angular do objeto visto com lupa

Tamanho angular do objeto visto sem lupa

Altura do objeto

Ponto próximo

Distância focal

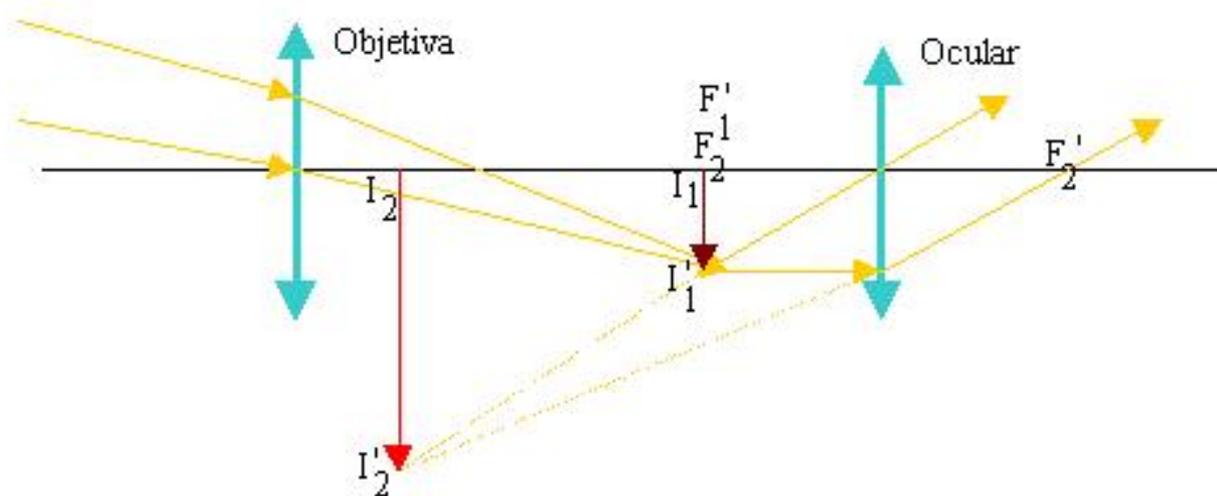
## Lupa

---

- Pode parecer que podemos tornar a ampliação angular tão grande quanto desejarmos diminuindo a distância focal  $f$ . Mas, na verdade, as aberrações de uma lente biconvexa simples impõem um limite prático para  $M$  aproximadamente igual a 3X ou 4X. Caso essas aberrações sejam corrigidas, a ampliação angular pode chegar até a 20X.
- Um microscópio composto fornece uma ampliação ainda maior.

## Microscópios e Telescópios

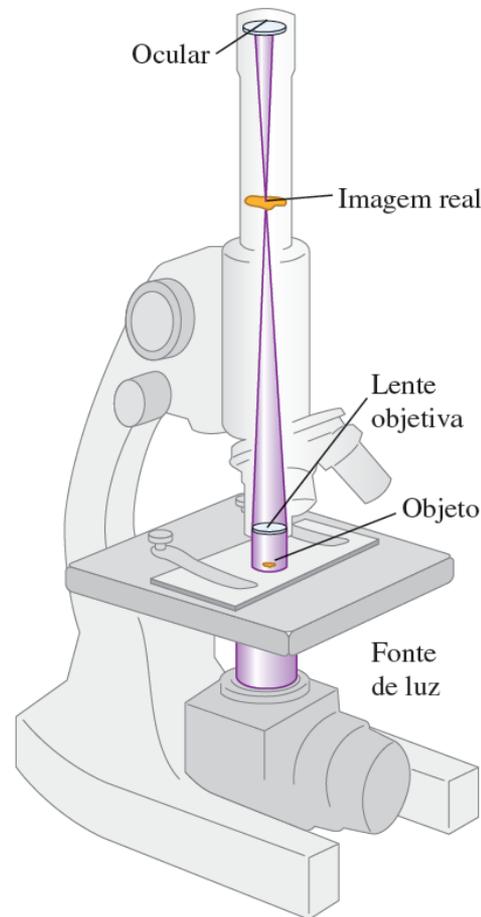
- Câmeras, lentes de óculos e lupas usam uma única lente para formar uma imagem.
- Dois importantes dispositivos de ótica que empregam *duas lentes* são o *microscópio* e o *telescópio*.
- Nesses dispositivos, uma lente primária, ou lente objetiva, forma uma imagem real, e uma segunda lente, ou ocular, é usada como uma lupa para formar uma imagem maior, virtual.



# Microscópios e Telescópios

## Microscópios

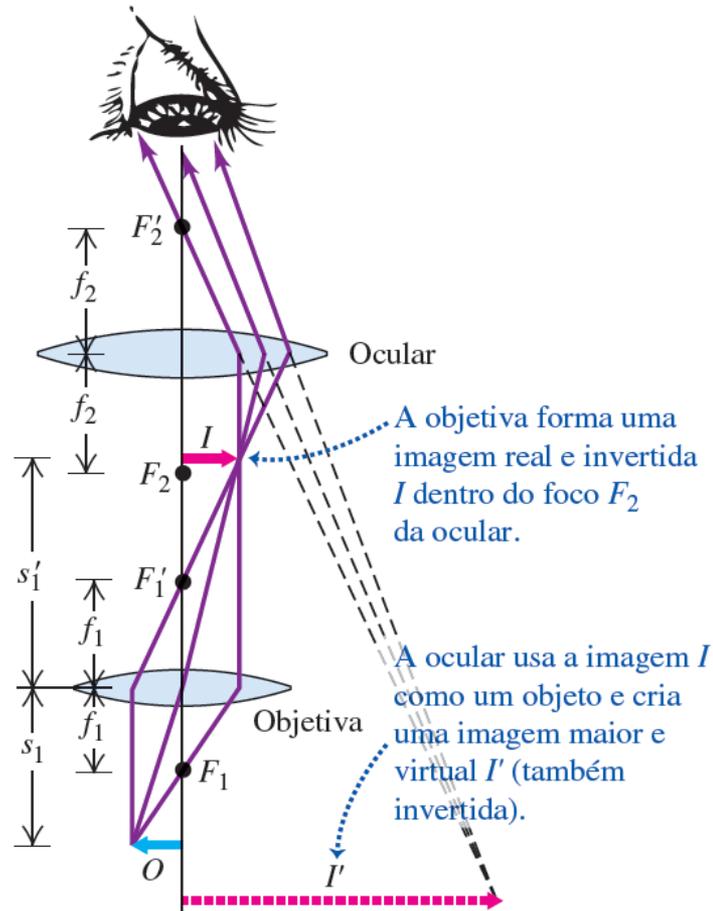
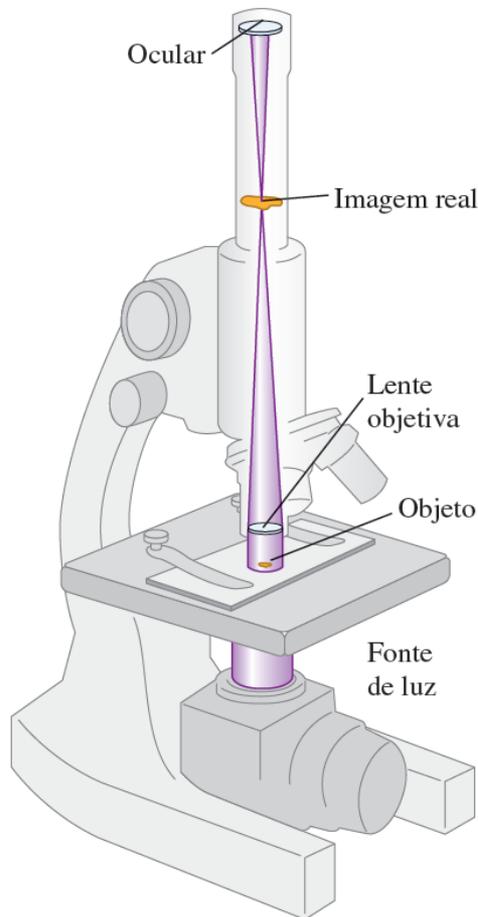
- A Figura mostra os elementos essenciais de um microscópio, algumas vezes denominado microscópio composto.



# Microscópios e Telescópios

## Microscópios

- O objeto  $O$  é colocado ligeiramente além do primeiro foco da lente objetiva (a distância  $s_1$  foi exagerada para maior clareza).



# Microscópios e Telescópios

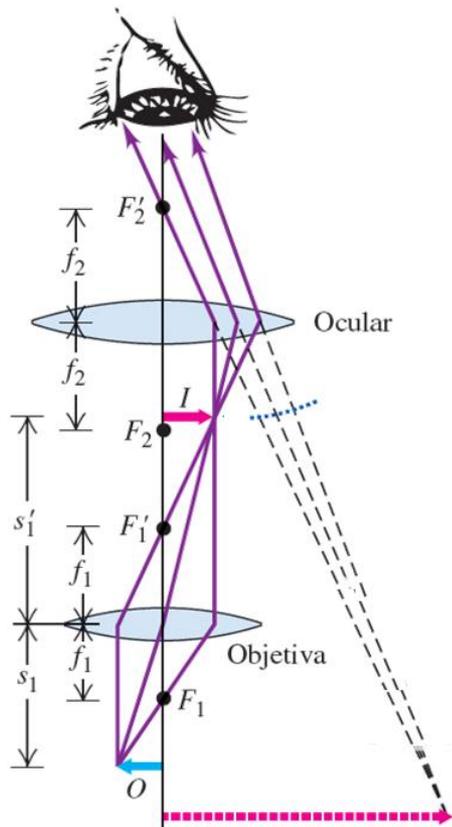
---

## Microscópios

- O objeto **O** a ser visualizado é colocado em um ponto um pouco além do primeiro foco **F**<sub>1</sub> da objetiva, uma lente convergente que forma uma imagem **I** real e maior que o objeto.
- Em um instrumento projetado adequadamente, essa imagem se forma entre o foco **F'**<sub>1</sub> e o vértice de uma segunda lente convergente, chamada de ocular, em um ponto quase sobre seu foco.
- A ocular funciona como uma lupa simples e forma uma imagem virtual final **I'** do objeto **I**.
- A posição da imagem **I'** pode estar situada entre o ponto próximo e o ponto distante do olho.

# Microscópios e Telescópios

## Microscópios



$$m_1 = -\frac{s'_1}{s} \rightarrow \text{ampliação transversal objetiva}$$

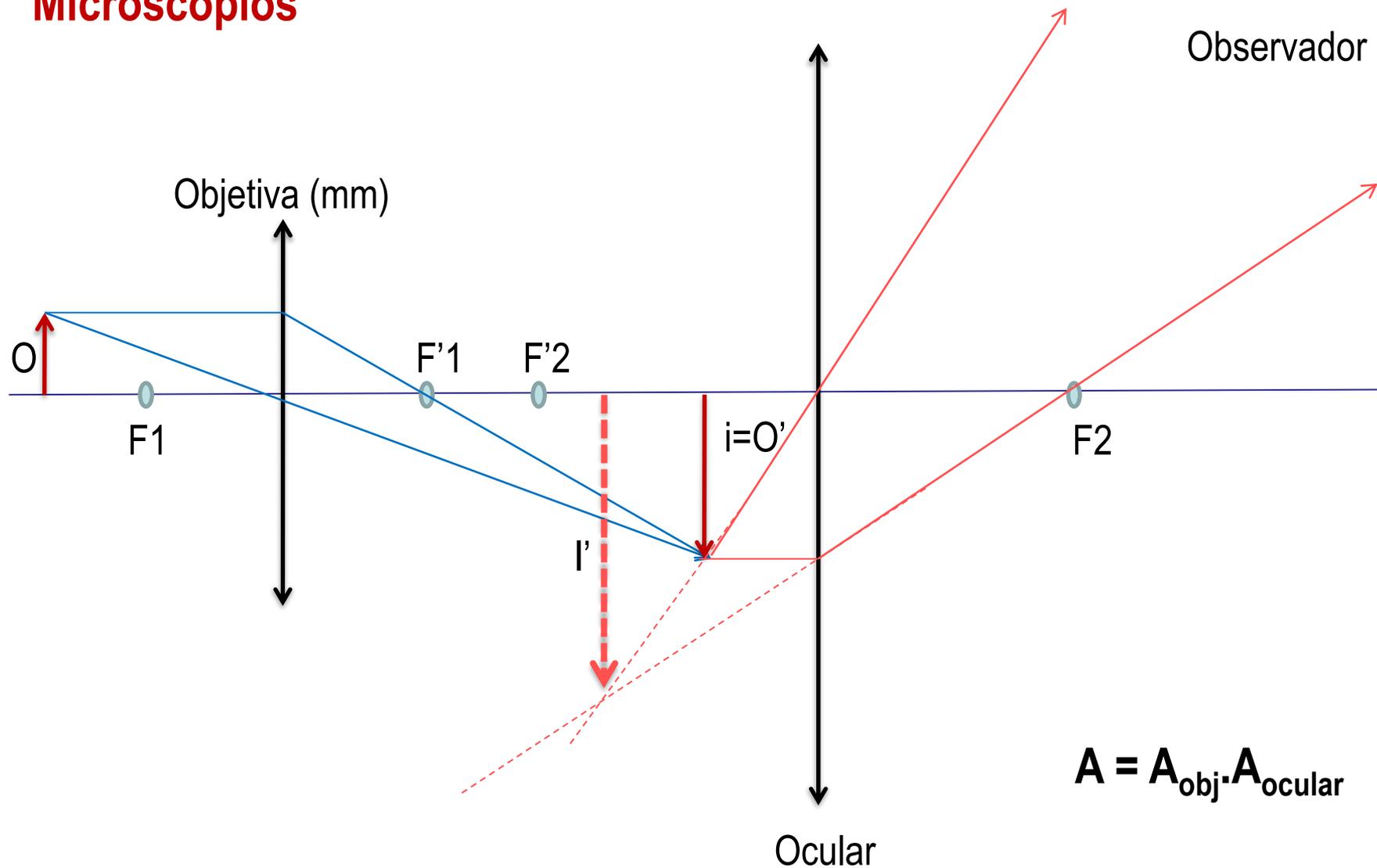
$$M_2 = \frac{(25\text{cm})}{f_2} \rightarrow \text{ampliação angular da ocular}$$

$$M = m_1 M_2 \rightarrow \text{ampliação total}$$

$$M = m_1 M_2 = \frac{(25\text{cm})s'}{f_1 f_2} \rightarrow \text{ampliação angular}$$

# Microscópios e Telescópios

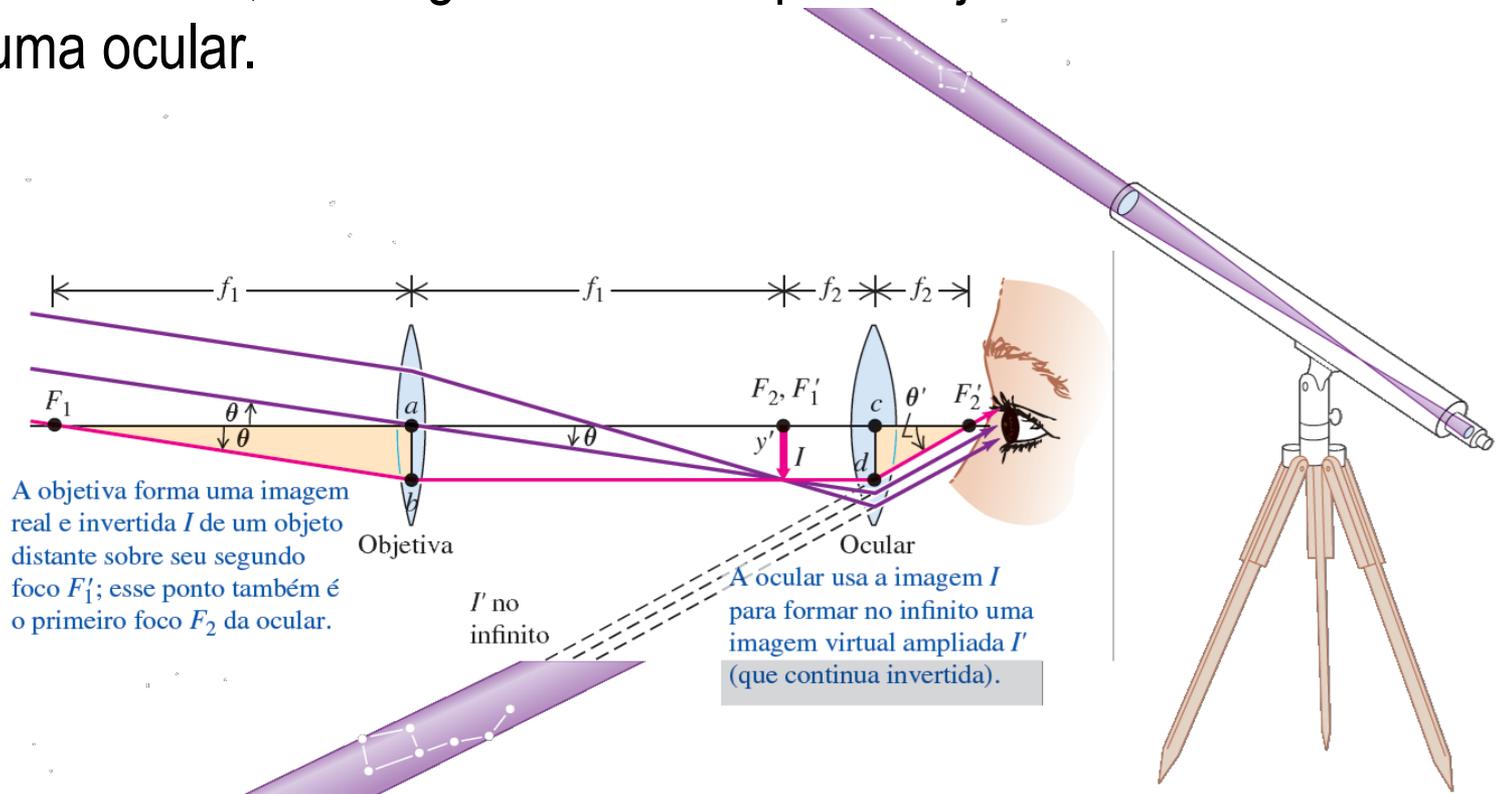
## Microscópios



# Microscópios e Telescópios

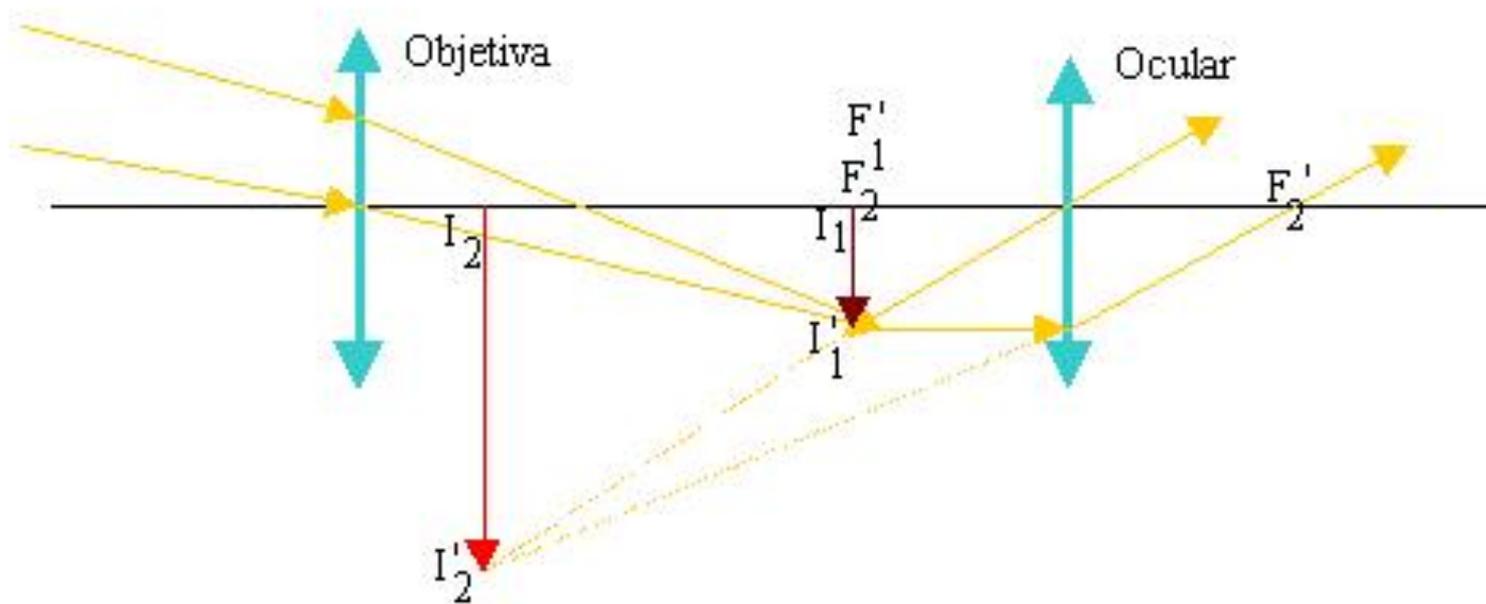
## Telescópios

- O sistema óptico de um telescópio é semelhante ao de um microscópio composto.
- Em ambos, a imagem formada pela objetiva é vista através de uma ocular.



# Microscópios e Telescópios

## Telescópios



Aumento visual calculado:

$$A_V = \frac{f_{\text{objetiva}}}{f_{\text{ocular}}}$$

# Microscópios e Telescópios

## Telescópios

