



5910127 - Física Experimental - Ótica  
Roteiro IV – Dispositivos ópticos (parte A e B)

## 1. Objetivo

Caracterizar dispositivos óptico simples, como por exemplo a lupa, e sistemas compostos, como o microscópio e telescópio.

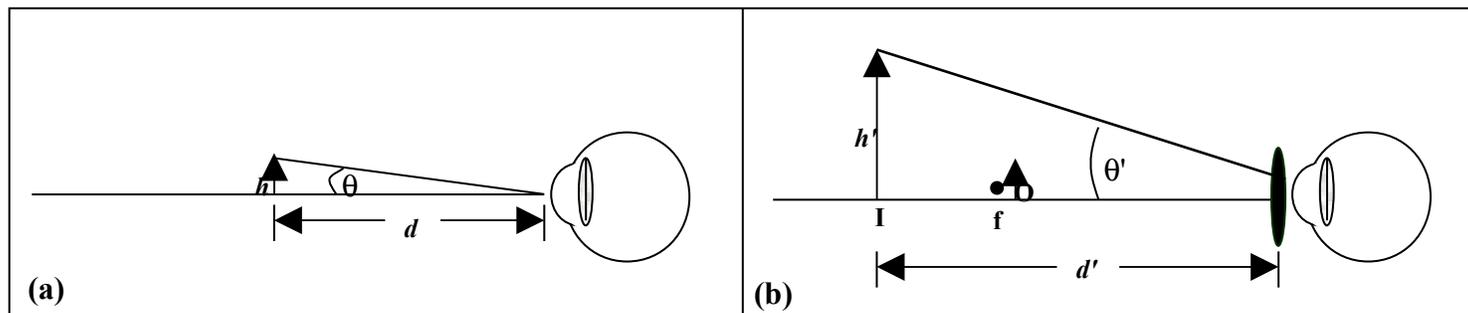
## 2. Introdução

### Lupa

A figura 1 representa a formação de uma imagem sobre a retina do olho humano. O ângulo  $\theta$  está definido pelo objeto. Para pequenos objetos localizados a distâncias relativamente grandes do olho, pode-se aproximar o ângulo  $\theta$  por:

$$\theta \approx \frac{h}{d} \quad (1)$$

onde  $h$  é a altura do objeto e  $d$  é a distância do objeto ao olho (ponto próximo), adotado o valor de 25 cm.



**Figura 1-** (a) Objeto de altura  $h$  a uma distância  $d$  do olho é subentendido por um ângulo  $\theta$ . (b) A Imagem I, de altura  $h'$ , é observada a uma distância  $d'$ , subentendida por um ângulo  $\theta'$ .

Na figura 1b, o observador está vendo o objeto através de uma lente que forma uma imagem de tamanho transversal  $h'$  a uma distância  $d'$  do olho. O tamanho angular aparente da imagem para o observador é, novamente para ângulos pequenos,

$$\theta' \approx \frac{h'}{d'} \quad (2)$$

A imagem vista através da lente parecerá, ao observador, maior do que o objeto original se ela for subentendida por um ângulo sólido maior do que o subentendido pelo objeto. Portanto, o que importa na medida do tamanho aparente da imagem é a *ampliação angular*  $m_\theta$ , definida como:

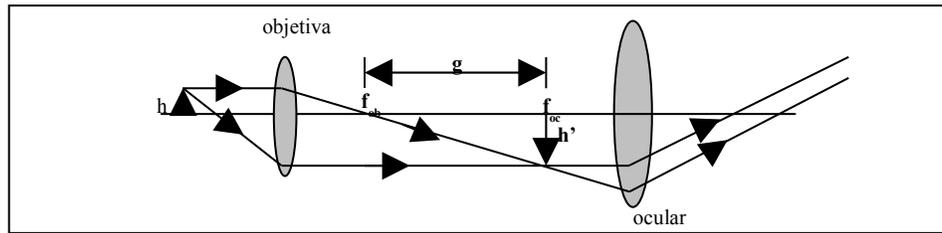
$$m_\theta = \frac{\theta'}{\theta} \quad (3)$$

Assumindo que o objeto está muito próximo ao foco da lente, as equações 1, 2 e 3 nos levam finalmente à ampliação angular:

$$m_\theta = \frac{25 \text{ cm}}{f} \quad (4)$$

## Microscópio

O microscópio, ou microscópio composto é mais bem entendido como um instrumento de dois estágios. A primeira lente, a objetiva, forma uma imagem ampliada do objeto. Esta imagem é examinada com uma segunda lente chamada de ocular. A ocular (assim como na lupa) projeta a imagem no infinito, veja a Figura 2.



**Figura 2** - Retirado de “Optics and Lasers” de M. Young (Springer Verlag, Berlin, 1993).

A distância entre o foco secundário da objetiva ( $F_{ob}$ ) e o foco primário da ocular ( $F_{oc}$ ) é conhecido como comprimento do tubo  $g$ . A ampliação global  $M_\theta$  é o produto da ampliação da objetiva ( $m = -g / f_{ob}$ ) e da ocular ( $m_o = 25\text{cm} / f_{oc}$ ) dada por:

$$M_\theta = -\frac{g}{f_{ob}} \frac{25\text{cm}}{f_{oc}} \quad (5)$$

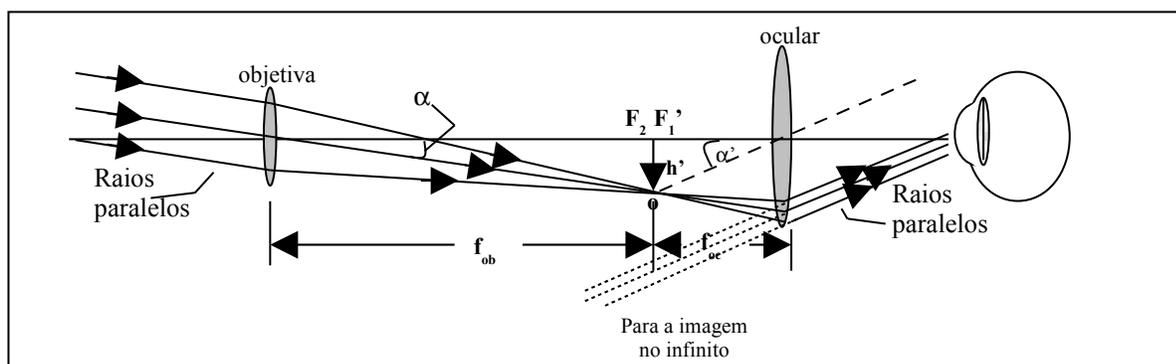
$f_{oc}$  é a distância focal da ocular e  $f_{ob}$  da objetiva. O sinal negativo indica que a imagem é invertida.

## Telescópio

A diferença essencial entre o telescópio e o microscópio é a posição do objeto. O telescópio é utilizado para ver grandes objetos a distâncias grandes. Como no microscópio, a objetiva do telescópio projeta uma imagem que é examinada pela ocular.

Suponhamos que tenhamos um objeto muito distante, mas grande de tal forma que ele represente uma abertura angular  $\alpha$  na posição do telescópio, veja a Figura 3. Visto pelo telescópio, o ângulo é  $\alpha'$ . A ampliação angular será:

$$M_\theta = \frac{\alpha'}{\alpha} = -\frac{f_{ob}}{f_{oc}} \quad (6)$$



**Figura 3**- Telescópio refrator (o desenho não está em escala).

O sinal é negativo, pois no caso da utilização de lentes convergentes a imagem é invertida. O sinal torna-se positivo caso a ocular seja uma lente divergente, nesta configuração o dispositivo ganha o nome de telescópio refrator ou de Galileo.

### 3. Materiais

Lâmpada de filamento; 3 lentes convergentes (bi-convexas) numeradas (1, 2, 3, 4 e 5) e lentes divergentes (bi-côncava numerada (6 e 7); trilho óptico, régua, papel com escala milimétrica e centimétrica.

### 4. Procedimento experimental

#### PARTE 1 (SALA ESCURA)

- 1) Determine o foco das lentes convergentes;
- 2) Utilizando apenas uma lente convergente para projeção de imagens na parede, determine as dimensões do filamento da lâmpada e o espaçamento entre as espiras;
- 3) Monte um sistema óptico que permita ampliar ao máximo a imagem do filamento na parede. Determine a ampliação final e a espessura do fio utilizado na confecção do filamento.
- 4) Monte um sistema óptico que permite determinar a distância focal da lentes divergentes; teste o seu sistema determinando a distância focal da lente número 6 e 7;

#### PARTE 2 (SALA CLARA)

- 1) Monte um microscópio com as lentes 1 e 4; utilize um comprimento de tubo (g) igual a 15 cm.
- 2) Após a montagem, determine a ampliação global;
- 4) Determine experimentalmente a ampliação global do seu microscópio utilizando o papel milimetrado como uma imagem; e compare com o valor obtido no item anterior;
- 5) Varie os valores do “g” e determine e determine a sua dependência com a ampliação.