

# Física 2 Biólogos y Geólogos

Curso de Verano 2007

Guía de laboratorio N° 3

## *Instrumentos Ópticos*

### Objetivos

Construir un microscopio compuesto sencillo y determinar su aumento. Emplear un microscopio de laboratorio: calibrar la escala del ocular para los distintos objetivos y determinar los aumentos del mismo [1].

### Introducción

El microscopio se emplea para observar objetos pequeños. Consta esencialmente de dos lentes. La más cercana al objeto a observar se denomina *objetivo* y la más cercana al observador se denomina *ocular*. El objetivo forma una imagen real y ampliada del objeto con la cual el ocular forma una nueva imagen virtual más ampliada que es observada por el ojo. De esta manera se alcanzan aumentos muy superiores a los que se pueden obtener con un microscopio simple (lupa).

La Figura 1 muestra un esquema de un microscopio compuesto. El aumento de este microscopio ( $D$ ) puede calcularse como

$$D = \frac{25\delta}{f_{ob}f_{oc}} \quad (1)$$

donde  $\delta$  es la distancia que hay entre el foco imagen del objetivo y la posición donde se forma la imagen (ver apéndice).

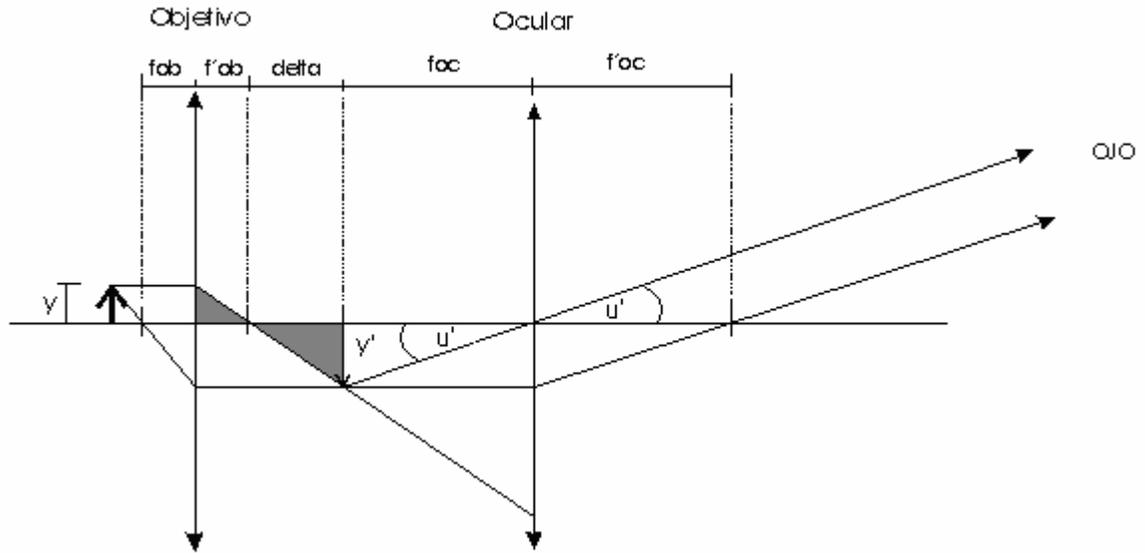


Figura 1. Diagrama de un microscopio compuesto.

## Experimental

### A) Construcción de un microscopio compuesto

Para la construcción de un microscopio elemental compuesto (Figura 1) se utilizarán dos lentes, una de corta distancia focal que será el objetivo ( $f_{ob} = 5$  cm) y otra de mayor distancia focal que será el ocular ( $f_{oc} = 10$  cm). Además se necesitarán 2 pantallas milimetradas, 1 objeto en forma de cruz, 1 lámpara, banco óptico.

A fin de independizar el aumento de la posición del ojo del observador, se enfoca el microscopio al infinito de modo que los rayos de luz que salen del ocular sean paralelos. Para lograr esto es necesario ubicar la lente ocular de modo tal que la imagen real de la lente objetivo se localice en el foco del ocular.

- 1) Se utiliza el objeto en forma de cruz como objeto y una pantalla para ubicar dónde se forma la imagen de ésta. Luego se ubica la lente ocular y se reemplaza el objeto cruz por una pantalla milimetrada. Observar por el ocular la imagen aumentada de la pantalla. Recordar alinear correctamente todos los elementos empleados.

- 2) Para medir el aumento se coloca una segunda pantalla milimetrada a 25 cm de los ojos y simultáneamente se observa por el microscopio la primera pantalla. Establecer cuántas divisiones de la pantalla posterior ( $N_1$ ) coinciden con las de la pantalla más cercana ( $N_2$ ) y calcular dicho aumento ( $D'$ ) como

$$D' = \frac{N_1}{N_2} \quad (2)$$

- 3) Obtener también el aumento del microscopio mediante la ecuación (1) y comparar este resultado con el hallado usando la ecuación (2).

## **B) Microscopio de Laboratorio**

En esta parte de la práctica se utilizará un microscopio de laboratorio el cual consta de varios objetivos y un ocular compuesto.

El microscopio está diseñado de modo tal que la distancia entre el objeto y la posición en donde se forma la imagen del objetivo está estandarizada, a fin de que sea mínimo el ajuste necesario para mantener en foco al objeto cuando se cambia de objetivo.

### 1) Calibración del micrómetro ocular

El ocular del microscopio posee una escala que es necesario calibrar para los distintos aumentos que se puede lograr con el mismo. Para ello, se observa una platina que tiene una escala de dimensiones conocidas, es decir hay una distancia  $X$  entre las divisiones de la misma. Por el microscopio se observan ambas escalas y se determina el número  $N$  de divisiones de la platina que coinciden con  $n$  divisiones del micrómetro del ocular.

La calibración se debe realizar para cada objetivo del microscopio.

## 2) Determinación del aumento eficaz del microscopio

Observar una platina milimetrada por el microscopio y simultáneamente otra a ojo desnudo ubicada a 25 cm del observador de modo de estimar los diferentes aumentos del mismo.

## 3) Medición de un objeto.

Usando la escala calibrada del ocular, medir un objeto para los distintos aumentos del microscopio.

## Referencias

[1] E. Hetch, *Óptica*, Ed. Addison Wesley, 3° ed., Capítulo 5, (1998).

## Apéndice. Deducción de la ecuación (1)

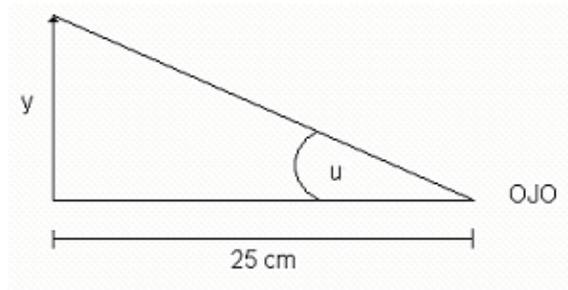
Se define aumento eficaz ( $D$ ) a

$$D = \frac{\operatorname{tg}(u')}{\operatorname{tg}(u)} \quad (\text{A1})$$

donde  $u$  es el ángulo subtendido por el objeto mirado a ojo desnudo a 25 cm de distancia (Figura 2), que constituye un promedio de la distancia a la que mejor enfoca el ojo sobre objetos cercanos; y  $u'$  es el ángulo bajo el cual se ve la imagen final mirada por el ocular (Figura 1).

De la Figura 1 se tiene que

$$\operatorname{tg}(u') = \frac{y'}{f_{oc}} \quad (\text{A2})$$



**Figura 2.** Ángulo subtendido por un objeto mirado a ojo desnudo a 25 cm de distancia.

Además, por triángulos semejantes (sombreados)

$$\frac{y'}{y} = \frac{\text{delta}}{f_{ob}} ; \quad \text{entonces} \quad y' = \frac{y \cdot \text{delta}}{f_{ob}} \quad (\text{A3})$$

Reemplazando la ecuación (A3) en la ecuación (A2), se obtiene que

$$\text{tg}(u') = \frac{y \cdot \text{delta}}{f_{ob} f_{oc}} \quad (\text{A4})$$

Por otro lado, de la Figura 2 se tiene que

$$\text{tg}(u) = \frac{y}{25\text{cm}} \quad (\text{A5})$$

Por lo tanto, reemplazando las ecuaciones (A4) y (A5) en (A1), se llega finalmente a la expresión (1)

$$D = \frac{25 \text{delta}}{f_{ob} f_{oc}}$$