

# La fotografía a través del microscopio

Por Cristóbal LARA LOPEZ (\*) y José Manuel SELAS PEREZ (\*\*)

## INTRODUCCION

Muy interesante para la enseñanza es la obtención de fotografías a través de un microscopio. Su realización resulta muy sencilla si tenemos en cuenta unos pequeños detalles.

En principio basta con colocar una cámara fotográfica con su objetivo apoyado en el ocular de un microscopio, de forma que sus ejes ópticos coincidan.

Pero físicamente se pueden presentar algunos aparentes inconvenientes, porque todos sabemos que en el microscopio se obtiene una imagen virtual y por tanto no sería posible fotografiarla. Sin embargo, el resultado es positivo.

¿Qué ocurre?

## PRINCIPIO TEORICO

Veamos el esquema de funcionamiento de un microscopio (fig. 1):

El objeto «y» se coloca cerca del foco  $F_1$ , a una distancia del objetivo  $L_1$  ligeramente superior a su distancia focal  $f_1$  por lo que se produce una imagen real, invertida y aumentada « $y_1$ ».

El ocular  $L_2$  se dispone de forma que esta imagen « $y_1$ » se forme entre ella y su foco  $F_2$ , por lo que esta lente actuará como lupa y producirá una imagen final  $y'$  que es virtual.

Interesa que  $y_1$  se produzca cerca de  $F_2$  para conseguir un mayor aumento. El microscopio se diseña de forma que la imagen final se produzca algo más lejos del ocular que la distancia mínima de la visión distinta, para una mejor acomodación del ojo.

Pero, ¿qué pasa cuando colocamos la cámara fotográfica?

Lo que hacemos es colocar, yuxtapuesta al ocular  $L_2$ , otra lente  $L_3$  de pequeña distancia focal. Esta lente es el objetivo de la cámara fotográfica.

El conjunto  $L_2L_3$  (fig. 2) se comporta ahora como una única lente cuya potencia es aproximadamente la suma de las potencias de ambas y su distancia focal  $f$  es, por tanto, menor. En primera aproximación tendríamos:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_2} + \frac{1}{f_3} \quad (1)$$

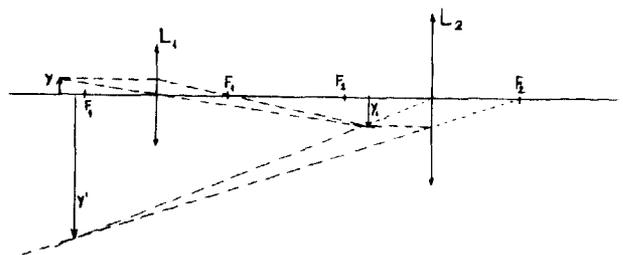


Figura 1.

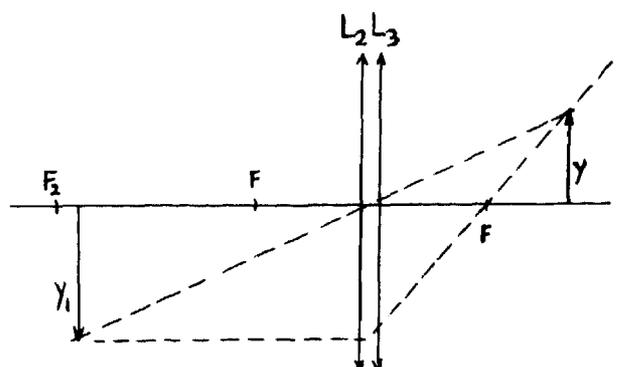
Esto hace que la imagen  $y_1$  obtenida por el objetivo del microscopio esté ahora fuera de la distancia focal  $f$  de  $L_2L_3$ , con lo que la imagen final será ahora real.

Obsérvese además que la imagen final es derecha con respecto al original.

Nuestro problema es ahora averiguar dónde se produce esta imagen. Nos vale un cálculo aproximado para demostrar que la imagen final se proyecta en un plano muy cercano al que ocupa el negativo fotográfico.

Efectivamente (fig. 3), suponiendo que  $y_1$  se forma

Figura 2



(\*) Catedrático de Física y Química del I. de B. mixto 2 de Alcalá de Henares (Madrid).

(\*\*) Profesor Agregado de Física y Química del I. de B. mixto 2 de Alcalá de Henares (Madrid).

en el foco de  $L_2$ , su distancia como objeto respecto al conjunto  $L_2L_3$  será:

$$d = f_2 \quad (2)$$

y la imagen final se formará a una distancia  $d'$  tal que:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} \quad (3)$$

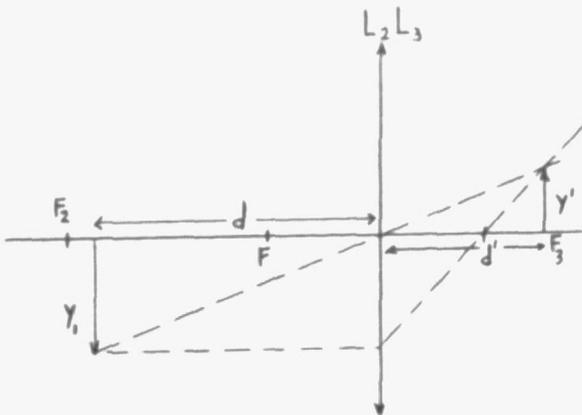


Figura 3

Sustituyendo en (1) los valores de (2) y (3) nos queda:

$$\frac{1}{f_2} + \frac{1}{f_3} = \frac{1}{f_2} + \frac{1}{d'}$$

De donde se deduce que  $d' = f_3$

Es decir, sea cual sea el objetivo de la cámara fotográfica, si la enfocamos al infinito, la imagen se encontrará aproximadamente en su foco, lugar que ocupa el negativo fotográfico.

La imagen final será real y derecha con respecto al original.

La comprobación práctica de todo lo anterior se obtiene colocando la cámara fotográfica abierta y en exposición de tiempo a infinito, delante del microscopio, en la posición que hemos indicado (fig. 4).

Colocando un papel traslúcido o mejor un vidrio deslustrado en el lugar que normalmente ocuparía el negativo, se observa el objeto enfocado en el microscopio.

Si la cámara es del tipo «reflex», es suficiente mirar por el visor.

## ILUMINACION

El flujo luminoso  $\phi$  que llega a toda la superficie  $S'$  del negativo fotográfico, es el mismo que pasa por la microscópica superficie enfocada  $S$ , despreciando el perdido en las lentes.

Ello hace que la iluminación recibida  $E'$  sea mucho



Figura 4

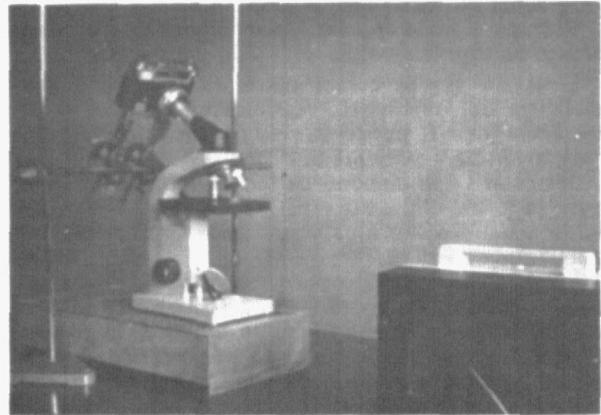


Figura 5

menor que la incidente  $E$ . En efecto, las iluminaciones son:

$$E = \frac{\phi}{S} \quad E' = \frac{\phi}{S'}$$

Despejando  $\phi$  en ambas e igualando:

$$E \cdot S = E' \cdot S'$$

Finalmente:

$$E' = E \frac{S}{S'}$$

Si  $m$  es el aumento lateral queda:

$$E' = E \frac{1}{m^2}$$

«La iluminación recibida por el negativo fotográfico es inversamente proporcional al cuadrado del aumento lateral.»

Esto obliga a colocar delante del microscopio un foco luminoso de gran intensidad y dar tiempos adecuados de exposición a la cámara fotográfica. En las pruebas realizadas se iluminó con un proyector de cine (a veces con un proyector de diapositivas) y se obtuvieron buenos resultados con tiempos de exposición inferiores a 1/4 de segundo (ver fotografías).

Naturalmente, al colocar en el microscopio objetivos de menos aumentos, la relación  $S/S'$  es menor, y se precisa menos iluminación  $E$  por lo que hay que dar a la cámara tiempos de exposición más cortos.

#### DIAFRAGMA

El gran tamaño de la imagen intermedia  $y_1$  y la posición del diafragma de las cámaras fotográficas (entre la lente y el negativo), hace que éste recorte el tamaño de la imagen. Para conseguir un resultado satisfactorio hay que colocar el mayor diafragma posible. La única consecuencia sería que la profundidad de campo quedaría reducida al mínimo, pero esto no

nos afecta debido a que el objeto colocado en el microscopio ocupa prácticamente un plano (su grosor es despreciable).

#### RESUMEN

La realización práctica de todo lo anterior se resume en lo siguiente:

1.º Se colocan proyector, microscopio y cámara en la forma descrita (fig. 5) cuidando que la luz del proyector incida en el objeto y logrando que la cámara esté bien alineada con el microscopio.

2.º Con el diafragma de la cámara abierto al máximo se toman fotografías del mismo objeto con distintos tiempos de exposición y distintos aumentos del microscopio. Una vez revelado el negativo, se eligen los tiempos más adecuados en cada caso.

3.º Se toman fotografías colocando el enfoque de la cámara fotográfica a distintas distancias, para conseguir aquella a la que se obtiene más nitidez.

4.º Obtenidos la profundidad de enfoque y tiempos de exposición no hay ya ningún problema para obtener perfectas fotografías de un objeto microscópico.

## COLECCION "BREVIARIOS DE EDUCACION"



**Ultimo título publicado:**

**Número 8. «TEORIA DEL JUEGO DRAMATICO»**

**Autores: Jorge Eines y Alfredo Mantovani**

**Páginas: 197**

**Precio: 300 ptas.**

**Venta en:**

**Planta baja del Ministerio de Educación. Alcalá, 34. Madrid-14.**

**Paseo del Prado, 28. Madrid-14.**

**Edificio del Servicio de Publicaciones. Ciudad Universitaria, s/n; teléfono 449 77 00. Madrid-3.**