

# Práctica 4

## Óptica del Microscopio

Luis Arturo Ureña Casarrubias

Alicia Aldana Pérez

José Antonio Aguilar Ibarra

Laboratorio de Óptica

18 de octubre de 2024

### Resumen

Usando un microscopio invertido Nikon Ti-S se hizo un breve análisis de muestras biológicas de interés. Asimismo se realizó una investigación sobre los principios ópticos del microscopio y su modo de empleo.

### 1. Introducción

El uso del microscopio es fundamental en la ciencia, ya que nos permite explorar estructuras y detalles que son invisibles a simple vista. En esta práctica, utilizamos un microscopio óptico para observar muestras cotidianas como alas de mosca, cabellos y fragmentos de piel humana. Estos objetos, aunque familiares, revelan bajo el aumento microscópico una complejidad que no percibimos normalmente. A través de esta actividad, buscamos familiarizarnos con el manejo del microscopio, comprender la importancia de la ampliación y la resolución en la observación científica, y apreciar las características microscópicas de los tejidos y estructuras que forman parte de la vida diaria.

### 2. Marco Teórico

El microscopio es un instrumento óptico esencial en la investigación científica que permite ampliar la imagen de objetos diminutos, haciendo visibles estructuras que no se pueden observar a simple vista. El principio de funcionamiento de un microscopio óptico se basa en la refracción de la luz a través de un sistema de lentes que amplifica la imagen del objeto en

estudio.

### 2.1. Óptica del Microscopio

El microscopio óptico compuesto está formado por dos sistemas de lentes principales: el objetivo y el ocular. El objetivo es la lente más cercana al objeto que se está observando y es responsable de formar una imagen aumentada real e invertida del objeto. Esta imagen es capturada por el ocular, que actúa como una lupa, ampliando nuevamente la imagen y formando una imagen virtual que es percibida por el ojo del observador.

### 2.2. Refracción de la Luz

La refracción es un fenómeno óptico que ocurre cuando la luz cambia de velocidad al pasar de un medio a otro con diferente densidad, como del aire a una lente de vidrio. En un microscopio, las lentes están diseñadas para desviar los rayos de luz y enfocarlos en un punto específico, lo que permite crear una imagen nítida y aumentada del objeto. El índice de refracción de los materiales de las lentes juega un papel clave en la capacidad de concentración de los rayos de luz.

### **2.3. Ampliación y Resolución**

La ampliación en un microscopio óptico es el resultado del producto de las ampliaciones individuales del objetivo y el ocular. Sin embargo, la capacidad de observación efectiva no depende de solo de la ampliación, sino también de la resolución. La resolución es la capacidad del microscopio para distinguir dos puntos cercanos como separados, y depende de la longitud de onda de la luz utilizada y la apertura numérica del objetivo. La ecuación de Abbe es utilizada para determinar el límite de resolución de un microscopio, que establece que la resolución mejora al reducir la longitud de onda de la luz o al aumentar la apertura numérica de las lentes.

### **2.4. Sistema de Iluminación**

Para lograr una buena calidad de imagen, es fundamental contar con un sistema de iluminación adecuado. El microscopio óptico utiliza luz visible, que pasa a través del objeto a observar. En muchos casos, se utiliza un condensador, un sistema de lentes adicionales que enfoca la luz sobre la muestra, mejorando la calidad y claridad de la imagen. La intensidad y la dirección de la luz influyen en el contraste y la visibilidad de los detalles de la muestra.

### **2.5. Aberraciones Ópticas**

Un desafío en la construcción de microscopios es minimizar las aberraciones ópticas, que son distorsiones en la imagen causadas por imperfecciones en las lentes. Las aberraciones cromáticas, causadas por la dispersión de la luz de diferentes colores al pasar por las lentes, y las aberraciones esféricas, causadas por la forma imperfecta de las lentes, son las más comunes. Los microscopios modernos utilizan lentes compuestas de varios tipos de vidrio para corregir estas aberraciones y producir imágenes más nítidas y precisas.

### **2.6. Importancia del Medio de Inmersión**

En algunos casos, como cuando se usan objetivos de gran aumento (100x), se emplea un medio de inmersión, generalmente aceite, entre la lente y la muestra para reducir la pérdida de

luz debida a la refracción y mejorar la resolución de la imagen. El aceite de inmersión tiene un índice de refracción cercano al del vidrio, lo que permite que más luz pase a través de la muestra sin dispersarse, mejorando la calidad de la observación.

## **3. Uso del Microscopio Ti-S**

### **3.1. Preparación de las muestras**

Las muestras se obtuvieron directamente y se prepararon en portaobjetos limpios. Los cabellos se cortaron de miembros del equipo y se colocaron directamente sobre los portaobjetos. Las alas de mosca se obtuvieron de especímenes previamente conservados, el fragmento de ceboalla de obtuvo la capa exterior de esta, el trozo de papel es de un fragmento de una hoja de maquina y los fragmentos de piel fueron obtenidos cuidadosamente de miembros del equipo. No se emplearon colorantes o agentes de contraste adicionales, ya que se buscaba observar las características estructurales naturales de las muestras.

### **3.2. Ajuste y enfoque del microscopio**

La lente de objetivo Plan Fluor 10X/0.30 con distancia de trabajo de 16 mm y corrección de cubreobjetos de 0.17 mm se utilizó para todas las observaciones. Este objetivo permite una visualización detallada y de campo amplio de las muestras.

El microscopio se encendió y se ajustó la intensidad de la iluminación al nivel óptimo para cada muestra. Se utilizó un diafragma de apertura adecuado para mejorar el contraste y la resolución de las imágenes. Se enfocaron las muestras manualmente hasta obtener una imagen clara de cada una de ellas, asegurándose de que todas las áreas de interés estuvieran bien definidas.

### **3.3. Observación y registro**

Para cada muestra (cabello, ala de mosca y fragmento de piel), se realizaron observaciones detalladas. Las imágenes se capturaron utilizando el sistema de cámara integrada del microscopio, y se registraron las características es-

tructurales observadas. Se realizó un análisis visual de las muestras, destacando las texturas, patrones y posibles irregularidades.

### 3.4. Condiciones de trabajo

El experimento se llevó a cabo en un ambiente controlado, con luz ambiental mínima

Con el microscopio se tomaron 15 imágenes que incluyen microscopías del ala de una mosca, cuatro de la piel de una cebolla, una de un trozo de papel, dos de muestras de piel y siete de cabellos y pestañas de los autores de este reporte. Sabiendo que la resolución de las imágenes guardadas electrónicamente de 1.8 pix/ $\mu\text{m}$  es posible calcular las dimensiones de las muestras.

Las mediciones en píxeles se realizaron con la herramienta de medición de la página <https://www.justfreetools.com/en/pixel-ruler>.

En la figura 1 se muestra el ala de la mosca, que presenta cilios de 28.3  $\mu\text{m}$  y una columna oscura en el medio de las mismas dimensiones.

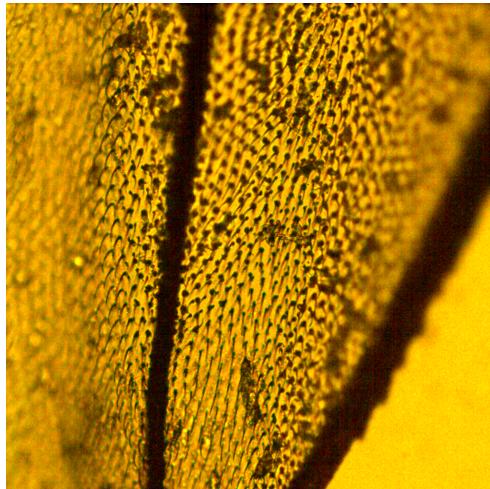


Figura 1: Sobre el ala de una mosca se aprecian cilios microscópicos. El tamaño de estos cilios es de alrededor de 51 pix lo que equivale a 28.3  $\mu\text{m}$ .

En la figura 2 se muestra un pedazo de papel, donde se piensa que se pueden observar las fibras de celulosa que lo componen.

para no interferir con las condiciones ópticas del microscopio.

## 4. Resultados

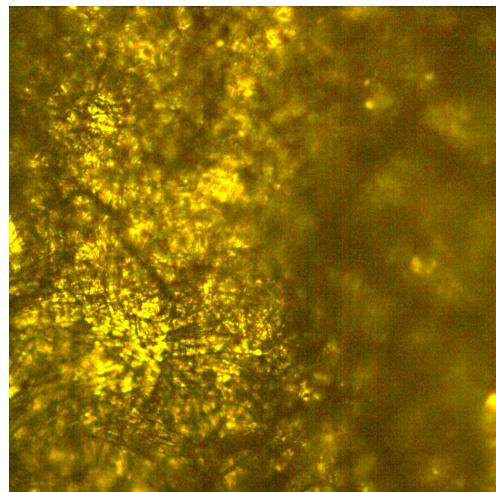


Figura 2: No se alcanza a observar una estructura definida para medir.

Como se muestra en las imágenes de la figura 3 se muestran distintas perspectivas de una piel de cebolla, en las cuales se puede apreciar las células vegetales.

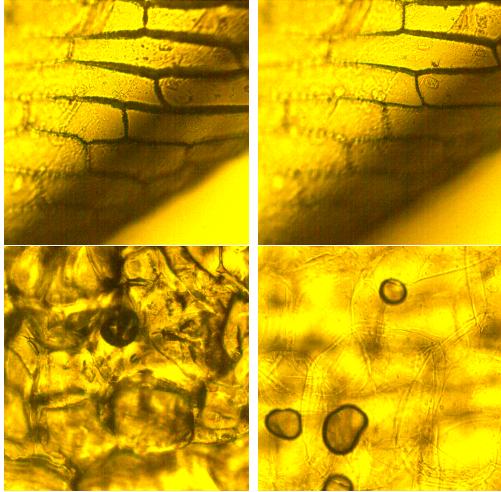


Figura 3: Las dos imágenes superiores se tomaron enfocando sobre una sección de la piel de cebolla donde solo había una capa, mientras que las inferiores se hicieron sobre una sección multicapa.

Estas tienen dimensiones de  $696 \text{ pix} \times 137 \text{ pix} = 386.7 \mu\text{m} \times 76.1 \mu\text{m}$ , y sus paredes celulares tienen grosores en el rango  $13 \text{ pix} \text{ a } 42 \text{ pix} = 7.2 \mu\text{m} \text{ a } 23.3 \mu\text{m}$ . En la última imagen se infiere que los glóbulos podrían ser las vacuolas de las células. La más grande tiene dimensiones de  $202 \text{ pix} \times 151 \text{ pix} = 112.2 \mu\text{m} \times 83.9 \mu\text{m}$  y la más pequeña tiene dimensiones de  $106 \text{ pix} \times 97 \text{ pix} = 58.9 \mu\text{m} \times 53.9 \mu\text{m}$ .

En la figura 4 se muestra la estructura cutánea de la piel proveniente los dedos. De nuevo no es posible establecer una estructura para medir.

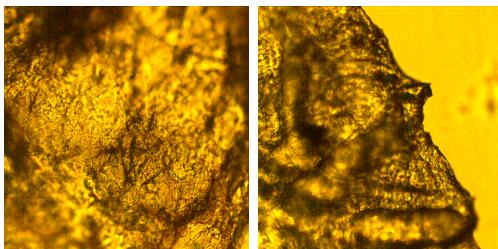


Figura 4: Muestras de piel de los autores.

En la figura 5 se muestran secciones de los cabellos de los autores. En la primera imagen el pelo tiene un grosor de  $140 \text{ pix} = 77.8 \mu\text{m}$ , y en la segunda la raíz tiene un grosor máximo de  $457 \text{ pix} = 253.9 \mu\text{m}$ . En las imágenes sub-

secuentes los grosores son  $148 \text{ pix} = 82.2 \mu\text{m}$  y  $168 \text{ pix} = 93.3 \mu\text{m}$ . El cabello rubio de la última imagen se presenta translúcido por la ausencia de melanina.

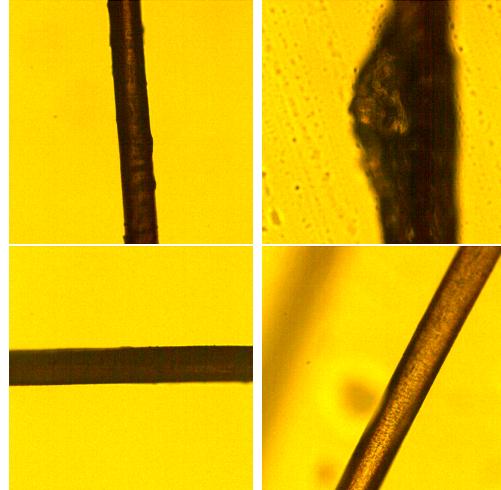


Figura 5: Imágenes de cabello de los autores.

Con las dos imágenes de la figura 6 se determina que estas tienen un grosor máximo de  $118 \text{ pix} = 65.6 \mu\text{m}$  y mínimo de  $16 \text{ pix} = 8.9 \mu\text{m}$ .

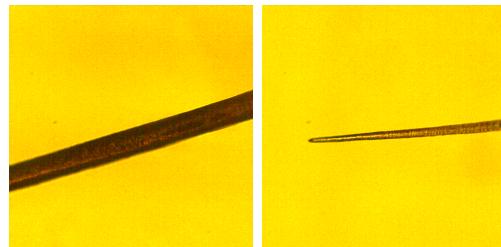


Figura 6: Imágenes de la pestaña de uno de los autores.

En la siguiente tabla se resumen las mediciones.

Objeto	Dims. (pix)	Dims. ( $\mu\text{m}$ )
Cilios	51	28.3
Células	137 × 196	76.1 × 386.7
Paredes	13 a 42	7.2 a 23.3
Vacuolas	97 × 106 151 × 202	53.9 × 58.9 83.9 × 112.2
	140	77.8
Cabello	148 168	82.2 93.3
Raíz	457	253.9
Pestaña	16 a 188	8.9 a 65.6

Tabla 1: Resumen de las medidas de los objetos observados en el microscopio.

## 5. Conclusiones

Empleando el microscopio Ti-S tuvimos un acercamiento al uso de un equipo avanzado en un laboratorio, permitiéndonos experimentar cómo sería trabajar en uno en un futuro académico.

Con las imágenes tomadas pudimos obtener una idea de cuál es la escala de los objetos

microscópicos como la estructura de las alas de una mosca, las células de una cebolla y los cabellos humanos. Por ejemplo, encontramos que las células de la cebolla en dimensiones son comparables al grosor de un cabello humano y que sus paredeces celulares son de un tamaño aproximado a la fina punta de una pestaña. De los objetos que observamos, la más grande fue la raíz de un cabello.

## Referencias

- Born, M., & Wolf, E. (1999). *Principles of Optics: Electromagnetic Theory of Propagation, Interference and Diffraction of Light* (7th). Cambridge University Press.
- Hecht, E. (2017). *Optics* (5th). Pearson.
- Pedrotti, F. L., Pedrotti, L. S., & Pedrotti, L. M. (2020). *Introduction to Optics* (3rd). Cambridge University Press. <https://www.cambridge.org/core/books/introduction-to-optics/>