



*Si no conozco una cosa,  
la investigaré.*

Louis Pasteur

**Nicolás Maduro Moros**  
Presidente de la República  
Bolivariana de Venezuela

**Delcy Rodríguez Gómez**  
Vicepresidenta Ejecutiva

**Gabriela Jiménez**  
Ministra del Poder Popular  
para Ciencia y Tecnología

**Danmarys Hernández**  
Viceministra para la Comunalización  
de la Ciencia para la Producción

**Gloria Carvalho**  
Viceministra para el Desarrollo de las Tecnologías  
de Información y Comunicación (TIC)

**Francisco Durán**  
Viceministro de Investigación y Generación  
de Conocimiento Científico

**Alberto Quintero**  
Viceministro para la Aplicación  
del Conocimiento Científico



© Ministerio del Poder Popular  
para Ciencia y Tecnología  
© José Sierra Quintero

Caracas - Venezuela

Deposito Legal:  
ISBN:

**Colaboradores**  
**Rosbarith** Márquez  
**Guillermo** Flores  
**Gabriel** García  
**Héctor** Arrechedere  
**Julio** Liendo  
**Gleen** Rodríguez

**Equipo editorial**  
**Néstor** Curra Arciniegas  
**Oswaldo** Sánchez  
**Mario** Flores  
**Deysi** Dugarte  
**Darwin** Cabaña  
**Yurimia** Pabón  
**Carla** Ferreira  
**Edmundo** Guerrero

**Autores**  
**José** Sierra Quintero  
**Carlos** Rojas  
**José** Ruíz

**Ilustraciones y Digitalización**  
**Camilo** Sierra Aristizabal  
**José** Sierra Quintero  
**Steffany** Delgado

**Diseño y diagramación**  
**Gilberto** Escalona Acosta

**Corrección de textos**  
**Oswaldo** Sánchez  
**Mario** Flores

**Producciones Audiovisuales**  
**Conciencia TV**

# Tabla de contenido

Receptores de la luz	7
Registro fotográfico	9
Imagen monocromática	10
Imagen policromática	10
Microscopio	11
Los primeros microscopios	12
Resolución del Microscopio Óptico	16
Luz y Materia	17
Microscopía	20
Microscopía Óptica	21
Microscopía Electrónica de Transmisión (MOT)	23
Microscopía Electrónica de Barrido (MOR)	26
Humberto Fernández-Morán	32
Actividades	
1.    Acércate al mundo del microscopio	37
2.    Caracteriza y compara las micrografías	39
3.    Experimento de doble rendija	40
Glosario	41
Bibliografía básica	45



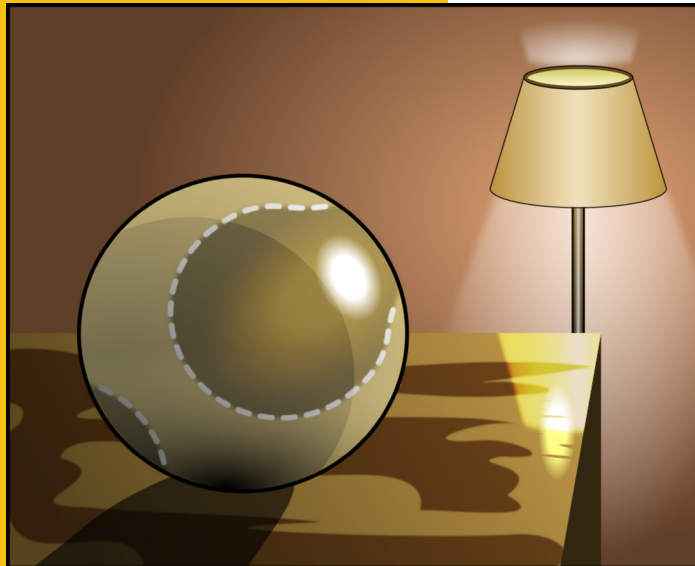
Hola amigas y amigos, mi nombre es **Autana**. Vivo en el Amazonas venezolano y pertenezco a los pueblos indígenas. Cuido y protejo la naturaleza, amo a los animales, soy muy curiosa y por eso siempre estoy investigando todo lo que me rodea. Me gusta descubrir los secretos que guarda nuestra Madre Tierra.

En esta oportunidad quiero invitarles a que descubran, junto a mí, el maravilloso mundo de la microscopía. Iremos en un viaje desde lo más grande a lo más pequeño. Observaremos más allá de lo que nuestros ojos puedan ver, conoceremos lo que es un microscopio y cómo funciona.

**¿Les gustaría observar cómo es de cerca un grano de sal?** Entonces, comencemos a leer este interesante libro. Estaré acompañandoles en este viaje, dándoles datos curiosos de cada información nueva. **¡Vamos a aprender juntos!** Al llegar al final de la lectura les espero para jugar.







# Receptores de la luz

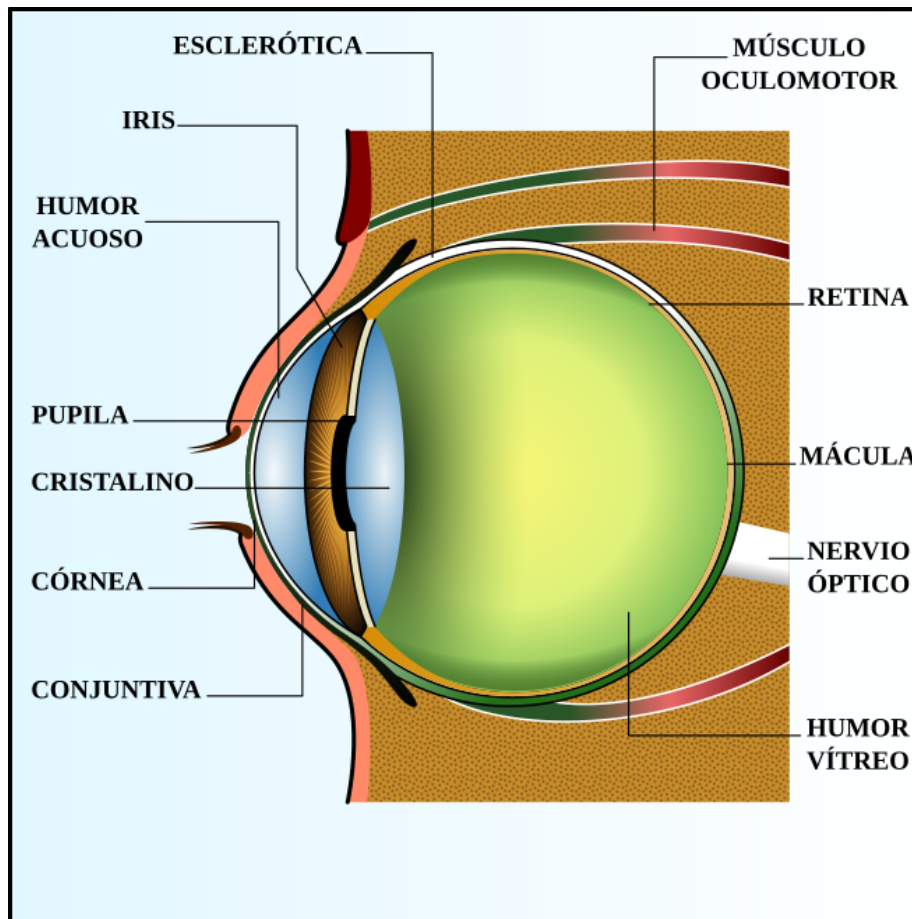
Los humanos tenemos el sentido de la vista muy bien desarrollado, nos permite percibir el ambiente que nos rodea. Cuando observamos, nuestros ojos funcionan como receptores de la **luz** emanada por fuentes luminosas, tal como una lámpara. Asimismo, perciben la **luz** que es reflejada por los objetos cuando esta los alcanza.

Podemos considerar que la mayoría de las veces, cuando observamos un objeto, lo que estamos haciendo es un experimento: percibimos un **haz de luz** con el que obtenemos la **imagen** del objeto que estamos viendo. La **imagen** no es el objeto, sino la representación visual que tenemos de él, interpretada desde la **luz** a través de un órgano que la mayoría de los animales y humanos poseemos: el ojo.



Así como cada animal es diferente, sus ojos también lo son. Por lo que cada individuo observa y percibe la realidad (los objetos) desde perspectivas diferentes, desde su propia capacidad visual y experiencia.

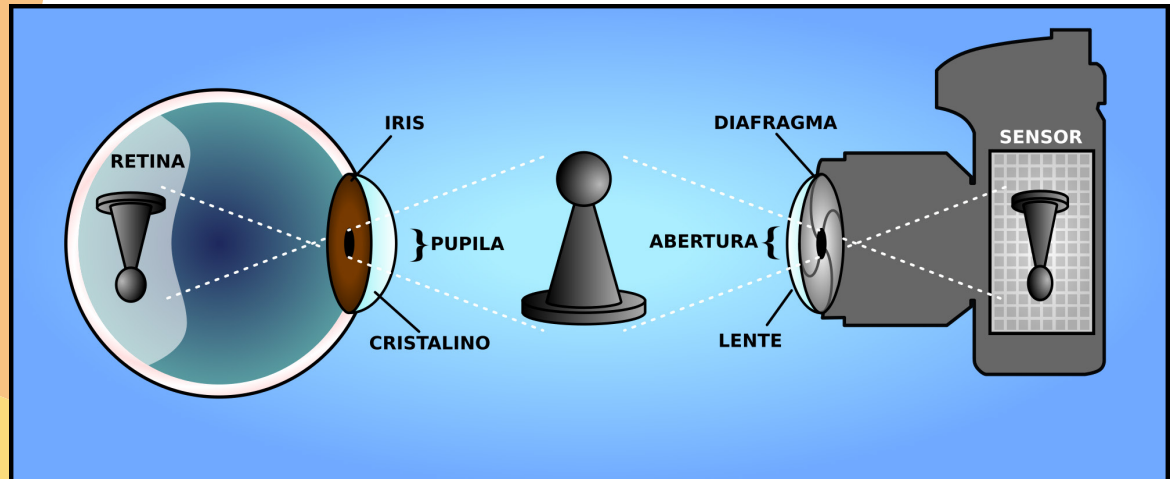
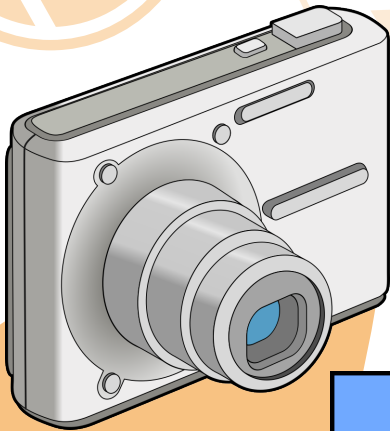
Vale la pena mencionar que los elementos sensores de **luz** están ubicados al fondo de la retina.





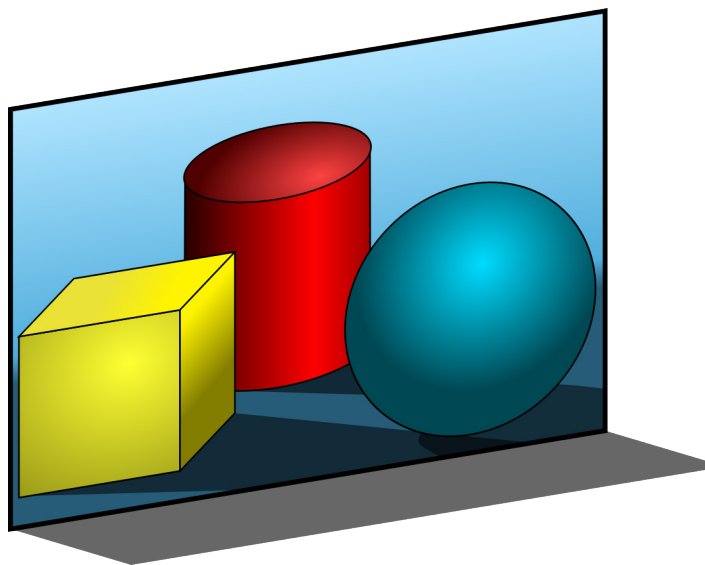
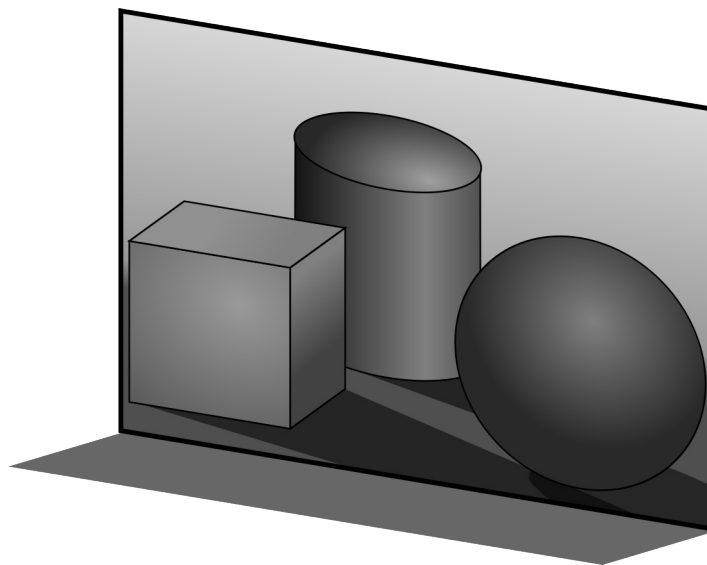
# Registro *fotográfico*

Para conservar la **imagen** de un objeto recurrimos al registro fotográfico. Para esto, hacemos uso de una cámara fotográfica como detector de la **luz**. Los componentes ópticos esenciales de una cámara fotográfica son similares a los del ojo. El elemento detector, sensible a la **luz**, lo constituía anteriormente la película fotográfica en las cámaras convencionales, mientras que en la actualidad se hallan en las cámaras digitales. Hay varios tipos de sensores, no solamente el dispositivo de carga acoplada (**CCD**, por sus siglas en inglés), el cual se trata de un detector de **luz** basado en materiales semiconductores como el silicio. Todos son equivalentes a la retina del ojo.



## Imagen *monocromática*

Las primeras cámaras capturaban la **imagen** en una emulsión especial fotosensible, pero estas capturaban solamente imágenes de un solo color.



## Imagen *policromática*

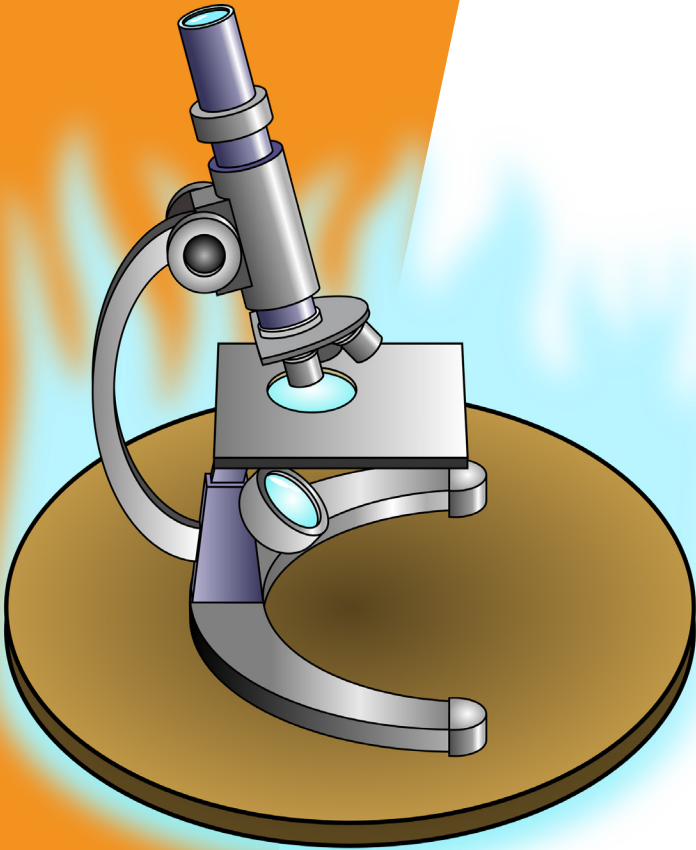
Más adelante, los desarrollos en la química de la emulsión, y posteriormente la creación de las cámaras digitales, llevaron a la existencia de las fotografías a colores (policromáticas), característica que aún poseen.

# El Microscopio

Ya los antiguos sabían que los espejos curvos y las esferas de cristal llenas de agua aumentaban el tamaño de las imágenes.

A finales del siglo XVI y comienzos del XVII se iniciaron experiencias con lentes (así llamadas por tener forma de lentejas) a fin de lograr el mayor **aumento** posible. Para ello se basaron en un instrumento con lentes que obtuvo gran éxito: el telescopio, usado por primera vez con fines astronómicos por Galileo Galilei en 1609. Antes de esta fecha, los seres vivos más pequeños conocidos eran insectos diminutos, por lo que se daba por sentado que no existía organismo alguno más pequeño.

El término microscopio proviene de la unión de dos palabras griegas: *micro*, de *mikrós*, o pequeño, y *scopio*, del verbo *skopein*, que significa "examinar u observar". Por lo tanto, es un instrumento óptico compuesto de varios lentes que sirve para observar objetos muy pequeños.



**Zacharias Janssen (1585-1632)** fue un inventor de lentes holandés, conocido por su trabajo en la creación de los primeros microscopios compuestos. Nacido en la ciudad holandesa de Middelburg, se formó como fabricante y desarrolló una gran habilidad en la fabricación de vidrio óptico de alta calidad. Conocido por su trabajo en la creación de los primeros microscopios compuestos.

A principios de la década de 1590 comenzó a trabajar junto a su padre, Hans Janssen, en la creación de varios instrumentos ópticos, incluidos telescopios y lentes de **aumento**. Se cree que en algún momento de esa década crearon el primer microscopio compuesto, que consistía en dos lentes convexas montadas en un tubo y capaces de ampliar los objetos varias veces. La invención del microscopio compuesto fue un avance significativo en la ciencia, ya que permitió a los investigadores ver objetos más pequeños que los que eran visibles a simple vista, lo que revolucionó el estudio de la biología y la medicina.

Janssen continuó trabajando en el desarrollo de instrumentos ópticos y también participó en la invención del telescopio de Galileo, quien mejoró el diseño original y lo popularizó. Sin embargo, la mayoría de su trabajo en instrumentos ópticos se centró en microscopios compuestos.



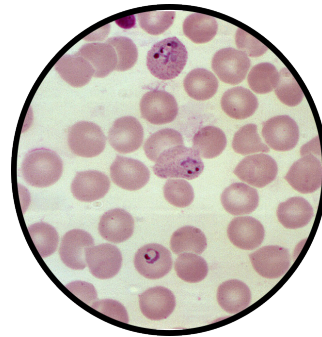


Años más tarde, **Anton van Leeuwenhoek (1632-1723)**, comerciante neerlandés de Delft, provincia de los Países Bajos (Holanda), conocido como el padre de la microbiología en 1653, al conocer el primer microscopio simple —una lupa montada en un pequeño soporte que era utilizado por los comerciantes textiles, con una capacidad de ampliación de tres aumentos—, se propuso fabricar uno donde se pudiera observar objetos de menor tamaño.

Posteriormente asombró a sus contemporáneos gracias a los descubrimientos que hizo con los microscopios creados por él mismo. Lo investigó todo, desde las células que llevan la savia en los árboles hasta su propia saliva, en la que halló bacterias.

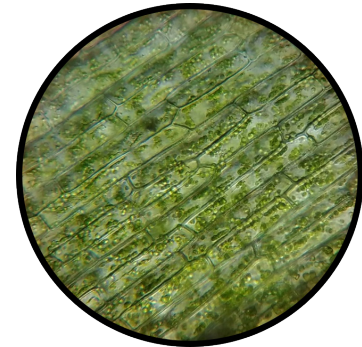
Sus microscopios, de 5 centímetros de altura, consistían en una diminuta lente entre dos placas de metal, con una montura ajustable. Lo maravilloso eran las lentes pulidas por el propio Leeuwenhoek, además de añadirle a este proceso el espíritu del observador. Aunque dejó muchos microscopios, nadie volvió a ver con ellos los mismos finos detalles que él observó.

Fue miembro de la Real Sociedad de Inglaterra, y entre las primeras cosas que vio y describió figuraron los glóbulos rojos de la sangre, espermatozoides y protozoarios.



**Glóbulos Rojos**

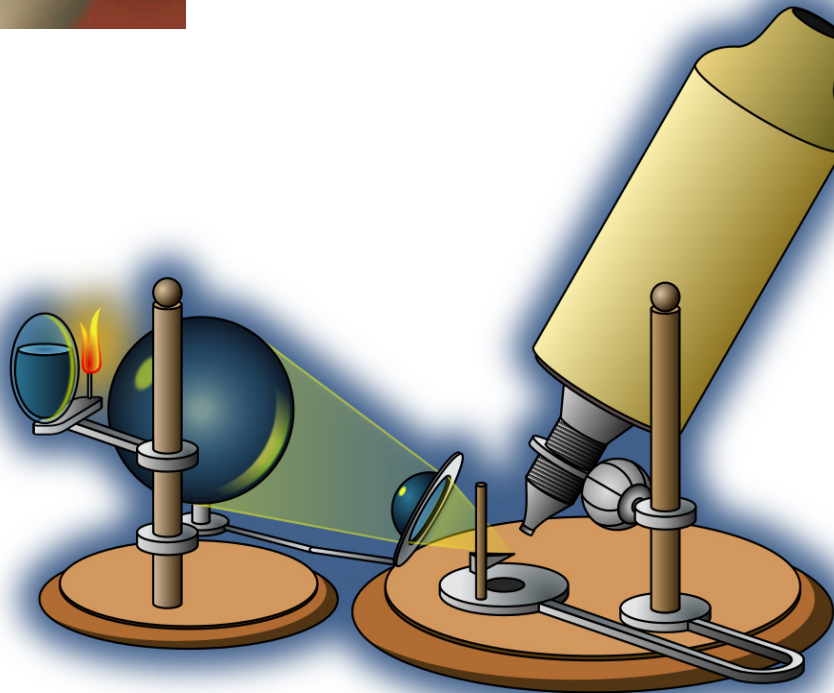
**Células Vegetales**





Poco después, su contemporáneo **Roberto Hooke (1635-1703)**, reconocido genio de la mecánica, aplicó mejoras al microscopio de Leeuwenhoek construyendo una estructura por la cual la **luz** pasaba por un globo lleno de agua y una lente la concentraba en la muestra.

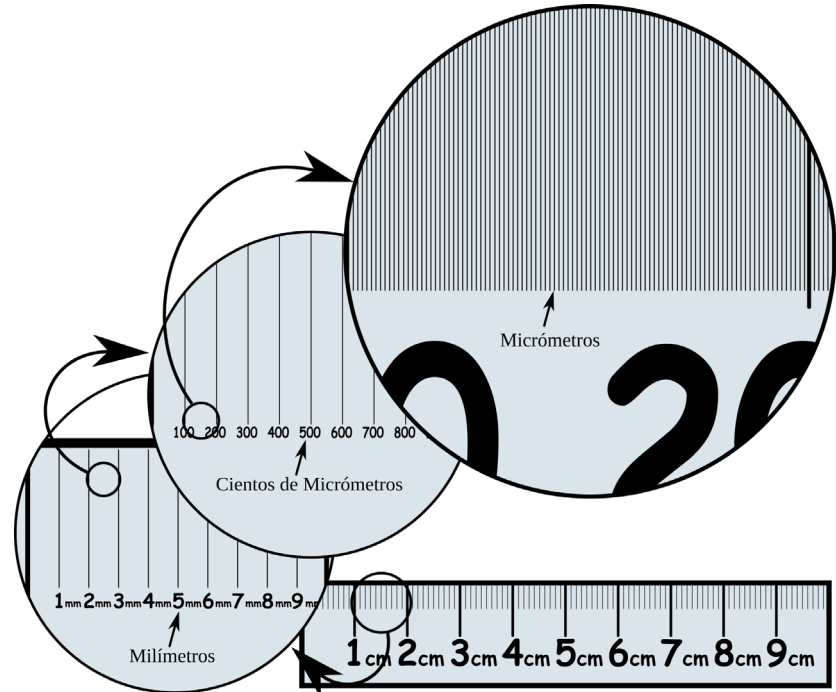
Hooke publicó *Micrographia* en 1665, un estudio sobre elementos microscópicos, el cual decoró con detalladas ilustraciones que no fueron superadas hasta la invención de la fotografía. Fue el primer tratado que aplicó la palabra "célula" al tejido natural.



Existe un mundo sumamente interesante que estuvo oculto a nuestros ojos antes de la invención del microscopio óptico, mundo que incluye los microbios (protozoarios, bacterias, algas, entre muchos otros), así como muchas estructuras animales, vegetales y minerales.



Para referirnos a las dimensiones de estos objetos tan pequeños se establece la unidad de medida llamada micrómetro, que corresponde a la milésima parte de un milímetro.

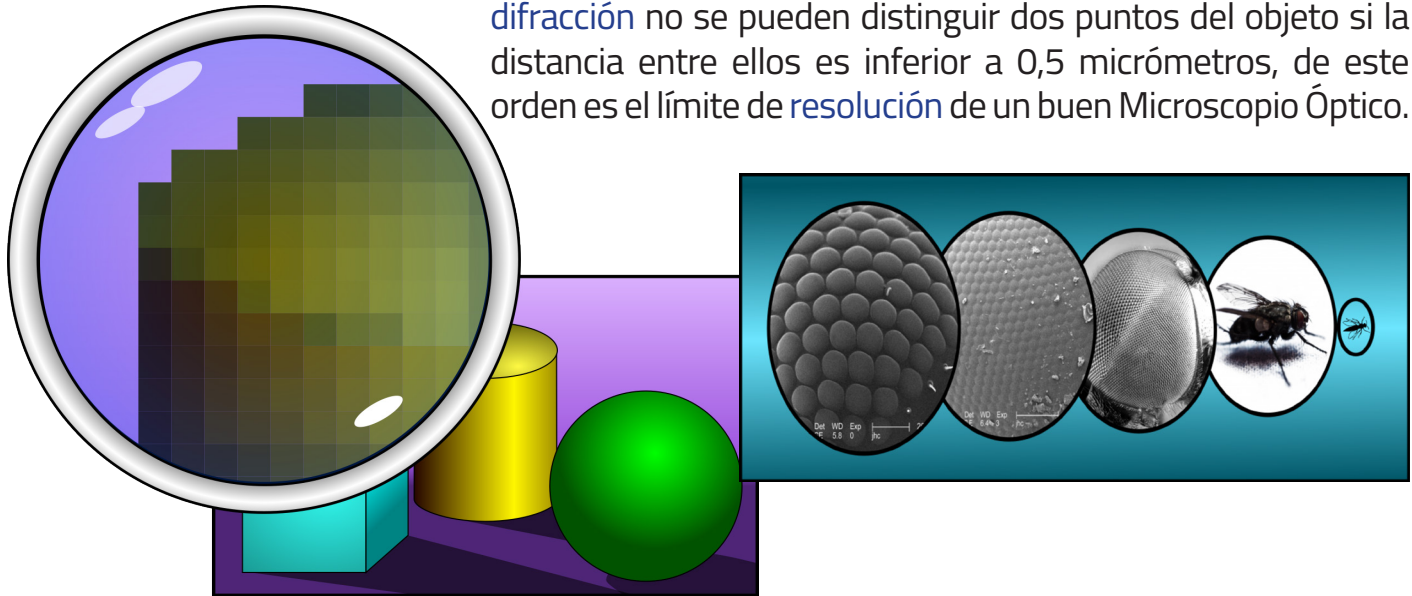


Observa la marca de un milímetro e imagínala dividida en mil partes iguales, cada una de las cuales correspondería a un micrómetro.

# Resolución del *Microscopio Óptico*

Mediante el uso del Microscopio Óptico logramos superar el límite de la capacidad de visión del ojo humano. Pero ¿tiene también ese instrumento un límite en la **resolución** que puede lograr?

La **resolución** de un Microscopio Óptico depende del diseño y los materiales, pero sobre todo depende de la **longitud de onda** de la **luz** usada. Debido a un efecto físico conocido como **difracción** no se pueden distinguir dos puntos del objeto si la distancia entre ellos es inferior a 0,5 micrómetros, de este orden es el límite de **resolución** de un buen Microscopio Óptico.

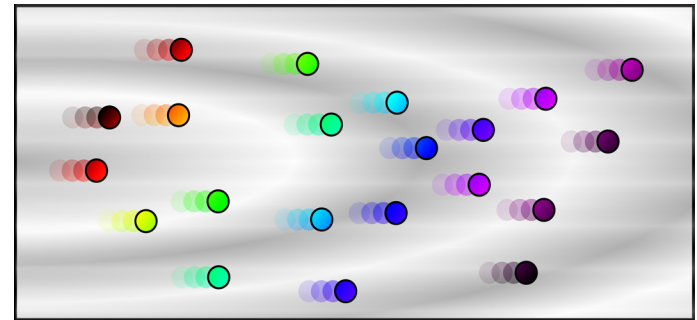




# Luz y materia

Podemos considerar a la **luz** como un **flujo de partículas** inmatrimales o paquetitos de energía, llamados fotones, que se mueven a una velocidad de 298.792.458 m/s (300.000 km x segundo).

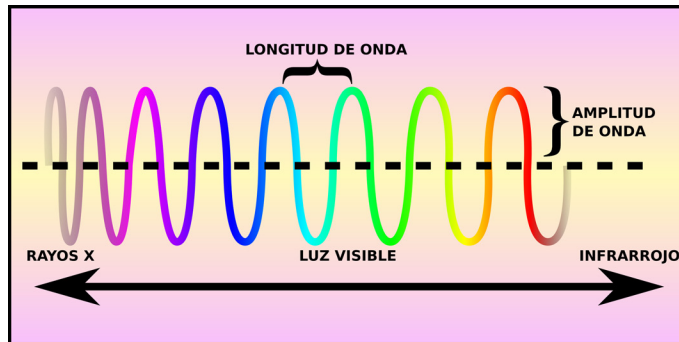
Como todas las formas de radiación, la **luz** tiene un comportamiento dual, según la **mecánica cuántica**. Por un lado, se

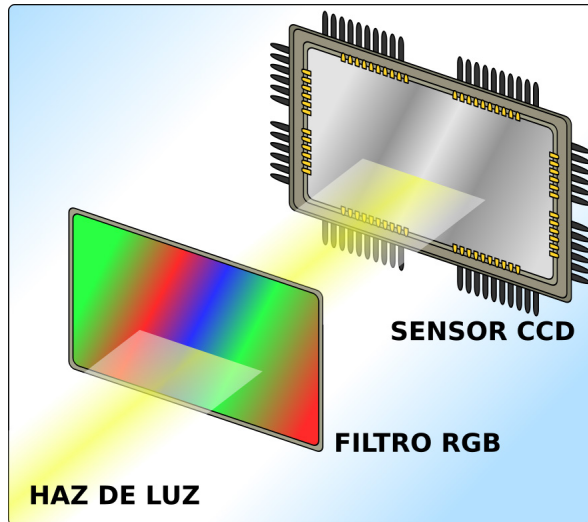


comporta como una partícula elemental y sin masa denominada **fotón**. Y, por otro, tiene propiedades ondulatorias.

También podemos considerarla como **radiación electromagnética**, es decir, como una **onda** u oscilación de campos eléctricos y magnéticos perpendiculares.

Cuando la consideramos como una **onda**, su característica principal es la longitud. Nuestros ojos son sensibles sólo a un rango continuo de longitudes de **onda** que va desde los 400 nanómetros (nm), o sea 0,4 micrómetros ( $\mu\text{m}$ ) de la **luz** de color violeta hasta los 700 nm ( $0,7 \mu\text{m}$ ) de la **luz** de color rojo del **espectro visible**.



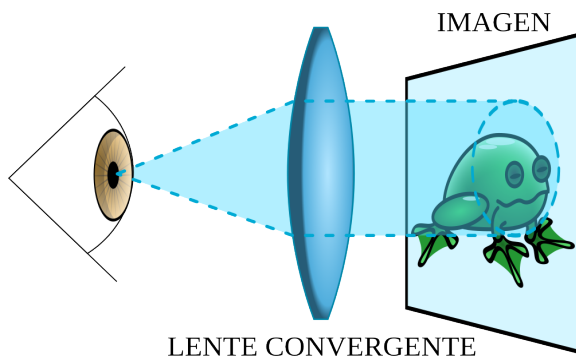


Cuando la **luz** incide sobre la superficie de un material, parte de ella se refleja de tal manera que el ángulo de **reflexión** es igual al ángulo de incidencia; una parte penetra en el material donde puede ser absorbida si el material es opaco. O bien puede ser transmitida a través de él si el material es transparente.

En este último caso ocurre el fenómeno de refracción, en el que un rayo de **luz** cambia su dirección de propagación al pasar de un medio a otro (por ejemplo, de aire a agua).

Este fenómeno es aprovechado mediante el uso de las **lentes convergentes** para enfocar los haces de **luz** y producir las imágenes aumentadas.

Esta utilidad resulta clave para la construcción de diversos dispositivos ópticos como los anteojos, lupas, catalejos, telescopios y... ¡microscopios!

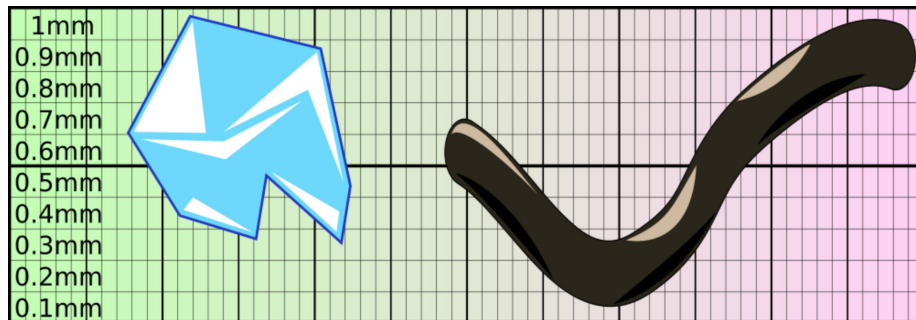
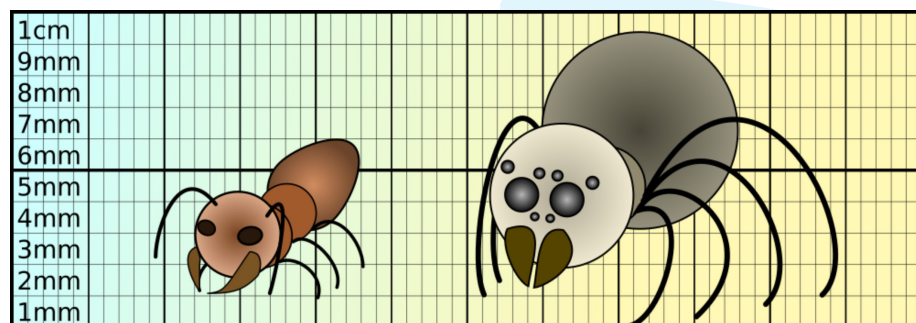
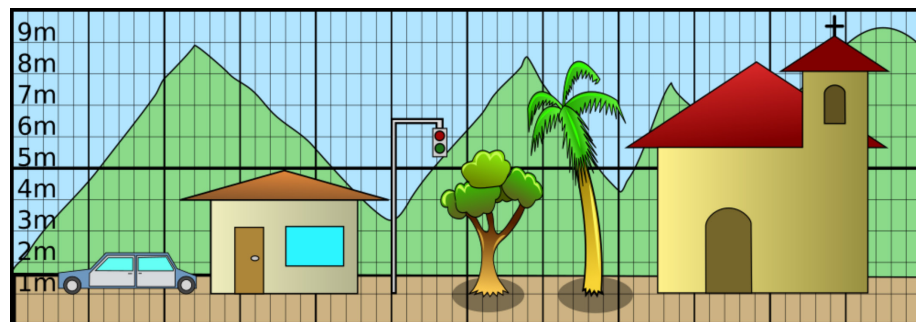


# Viajemos rápido como la luz



ESCANEA EL CÓDIGO QR

# Microscopía



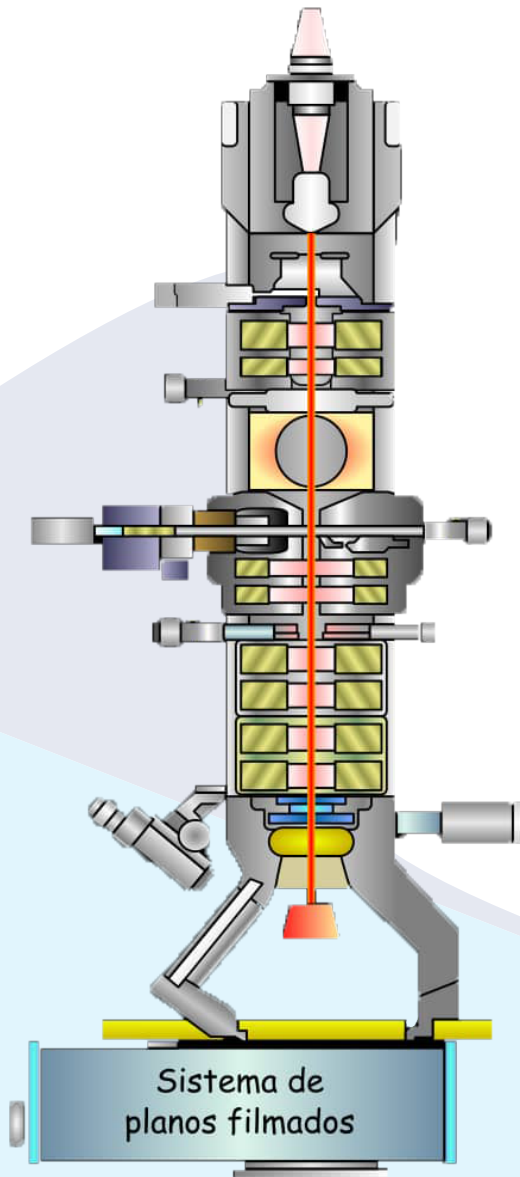
Se define la microscopía como la observación de objetos muy pequeños bajo grandes aumentos. Es una herramienta esencial en la investigación científica, que nos permite observar y analizar muestras a un nivel microscópico que son invisibles a simple vista. A lo largo de los años, la microscopía ha experimentado avances significativos en tecnología y técnicas, lo que resulta en una amplia gama de aplicaciones en diversos campos científicos, como la biología, la medicina, la ciencia de los materiales y la ingeniería.

# Microscopía óptica

Para observar detalles diminutos usualmente se usa un microscopio óptico o microscopio de luz, que consiste en un sistema óptico conformado por un conjunto de lentes y elementos para el manejo de la luz e iluminación de la muestra (objeto de interés de estudio).

Además, contiene un sistema mecánico que proporciona el soporte estructural del primer sistema y a través del cual se varía la distancia de los objetivos de dicha muestra para así poder observar imágenes nítidas.

Dependiendo de la curvatura de la superficie de la(s) lente(s), las lupas pueden ampliar las imágenes de los objetos desde 5, 8, 10, 12, 20 y hasta 50 veces. Este tipo de microscopía es capaz de formar una imagen de mayor tamaño, derecha y virtual.



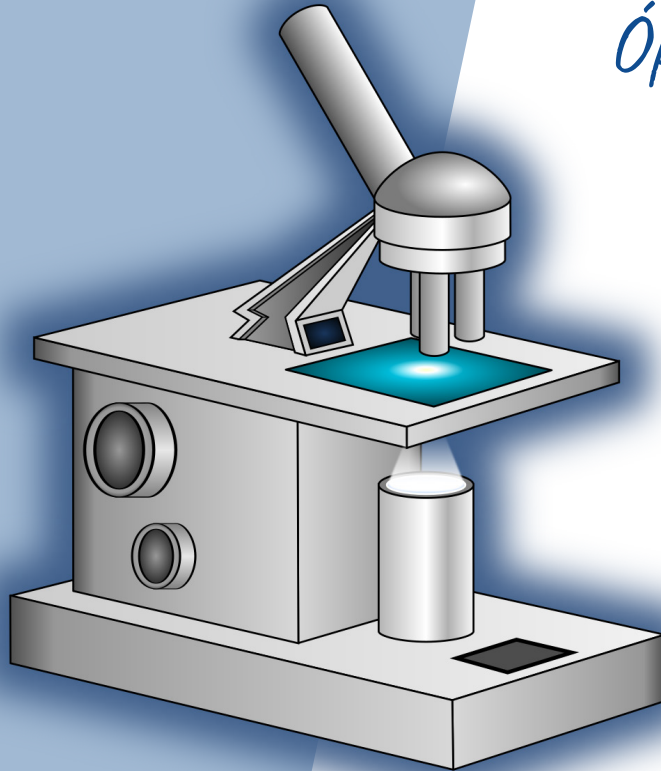
# Un mundo microscópico te espera



ESCANEA EL CÓDIGO QR

# Microscopio

## Óptico de Transmisión (MOT)



Sirve para observar objetos delgados (de un espesor que va desde varios micrómetros a varias decenas de micrómetros) que sean transparentes o translúcidos, ya que el haz de luz debe pasar a través de ellos.



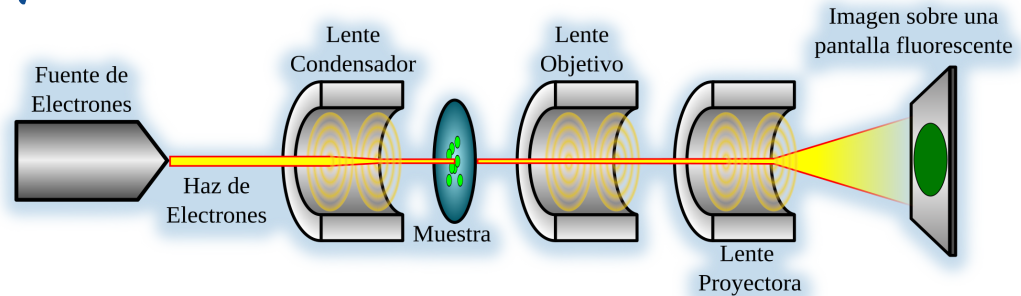
**Acompáñame a  
conocer más...**



**ESCANEA EL CÓDIGO QR**



# Microscopía Electrónica de Transmisión

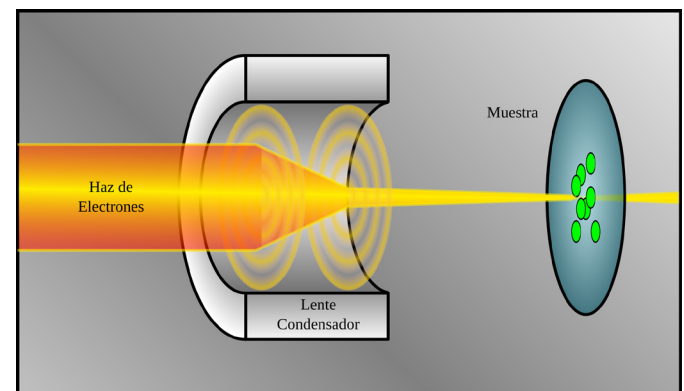


Es una técnica en la que en vez de hacer incidir sobre la muestra un haz luminoso se hace incidir sobre ella un **haz de electrones** y se detectan los **electrones** dispersados por la muestra.

Si queremos enfocar un **haz de electrones**, tal como lo hacemos en microscopía óptica, necesitamos unos lentes especiales inmatrimales, que son campos magnéticos que producen fuerzas desviadoras sobre los **electrones** del haz para poder enfocarlos.

Este tipo de microscopio sólo funciona para visualizar muestras muy delgadas

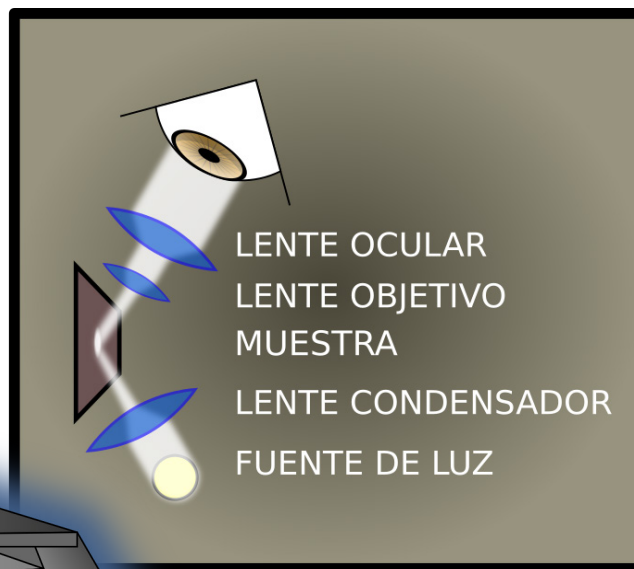
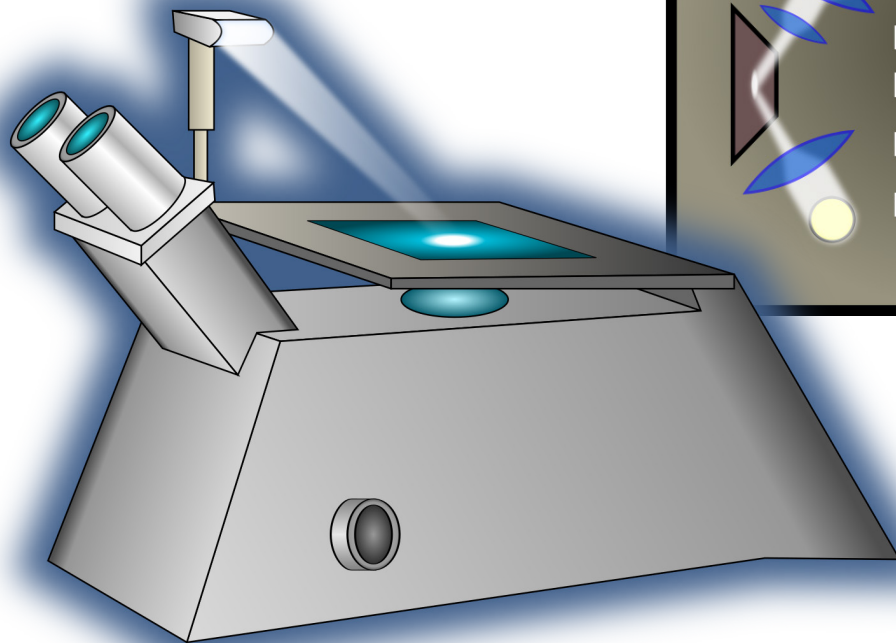
que los **electrones** puedan atravesar. Estas muestras se suelen cortar de manera muy precisa con el uso de un bisturí de diamante, invento del científico venezolano Humberto Fernández-Morán.



# Microscopio

## Óptico de Reflexión (MOR)

La **reflexión** permite manipular los haces de luz para concentrarlos en el objeto a observar a trasluz. El Microscopio Óptico de Reflexión sirve para destacar los contornos y la superficie de objetos gruesos. También se le conoce como Microscopio Metalográfico.



LENTE OCULAR

LENTE OBJETIVO

MUESTRA

LENTE CONDENSADOR

FUENTE DE LUZ

# Sumérgete a la aventura



ESCANEA EL CÓDIGO QR

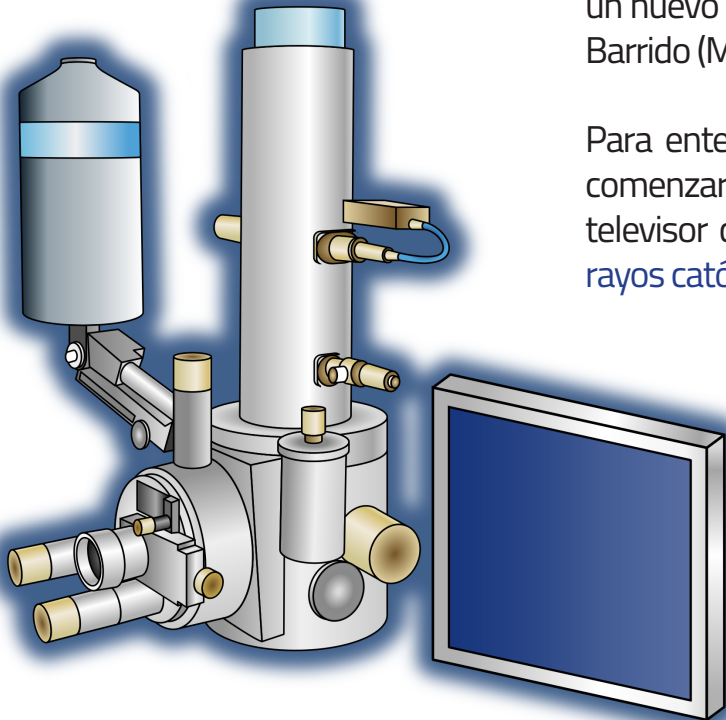


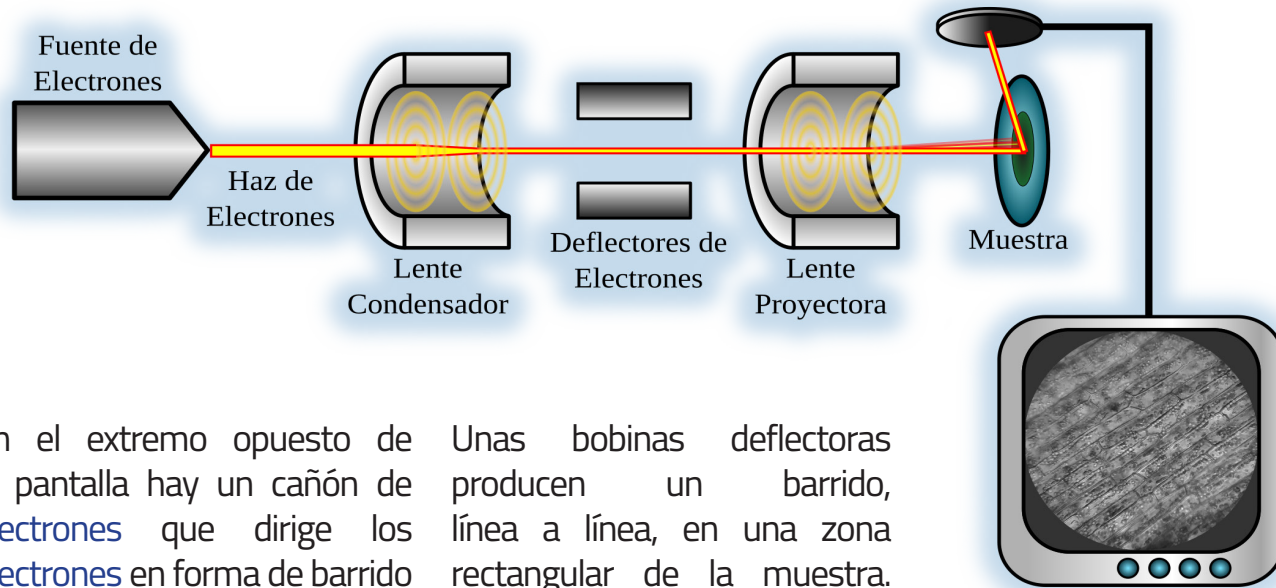
# Microscopía Electrónica *de Barrido*

Hay casos en los que se quiere visualizar objetos más gruesos por los cuales la luz no pasa. Con este fin se inventó un nuevo tipo de microscopio: el Microscopio Electrónico de Barrido (MEB).

Para entender cómo funciona un MEB tal vez sea mejor comenzar por entender cómo funciona un monitor o televisor clásico, de aquellos que trabajan con un tubo de rayos catódicos (CRT).

La pantalla del televisor consistía en una botella de vidrio cuyo interior estaba al vacío recubierto por una sustancia fluorescente. Cuando era impactada por un haz de electrones se iluminaba. Esto permitía componer una imagen detallada.

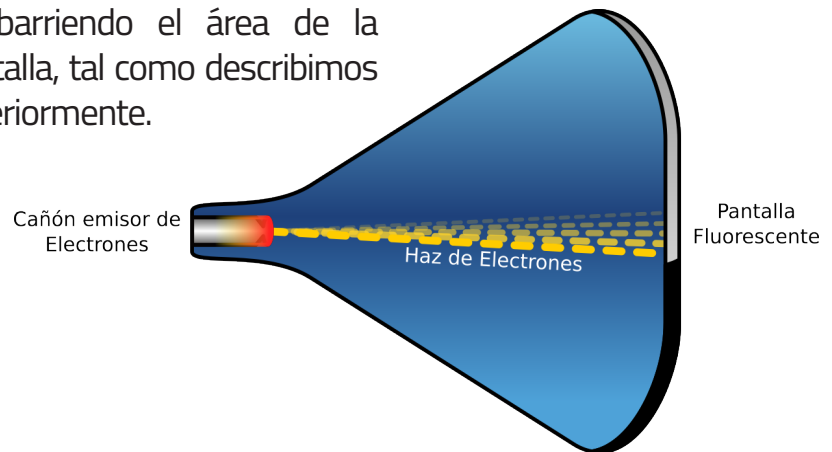




En el extremo opuesto de la pantalla hay un cañón de **electrones** que dirige los **electrones** en forma de barrido hacia el interior de la pantalla, haciendo que brille en el punto donde impacta.

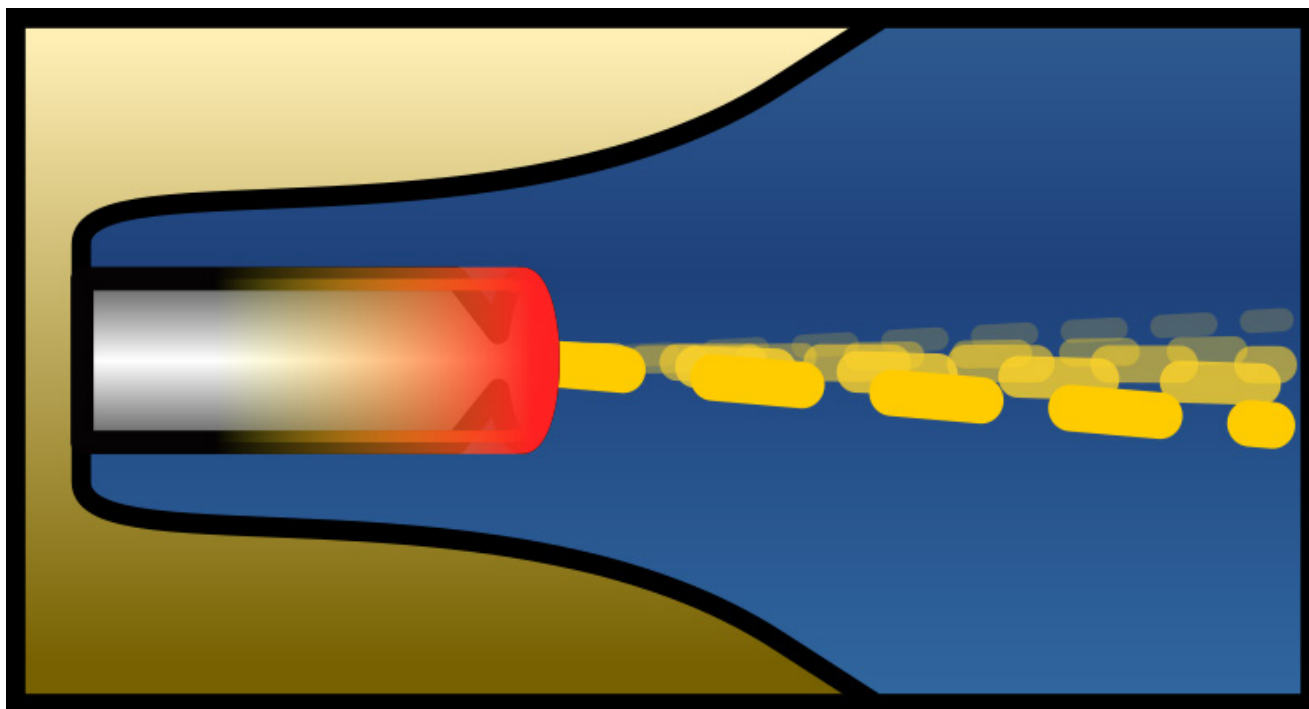
En el Microscopio Electrónico de Barrido se tiene un cañón de **electrones** que está enfocado por una serie de lentes magnéticas para producir un haz muy fino que incide sobre la muestra.

Unas bobinas deflectoras producen un barrido, línea a línea, en una zona rectangular de la muestra. Simultáneamente, otro **haz de electrones** (el de un monitor) va barriendo el área de la pantalla, tal como describimos anteriormente.



El límite de **resolución** de un MEB convencional se acerca a los 20 nanómetros, aunque existen de mayor **resolución** que pueden ampliar mucho este límite. Debido a que las muestras estudiadas con MEB son gruesas, la **resolución** de detalles que se logra con este instrumento no es tan alta como la que se tiene con el Microscopio Electrónico de Transmisión.

Su uso, sin embargo, ofrece grandes ventajas para el estudio de una amplia variedad de muestras, por los detalles que revela, la facilidad con la que se preparan las muestras para su observación y su gran profundidad de campo, lo que permite que zonas de la muestra que tienen diferente altura se vean bien enfocadas en la **imagen**.



# Atraviesa las barreras del conocimiento



ESCANEA EL CÓDIGO QR



# Humberto Fernández-Morán

18 de febrero de 1924 - Estado Zulia / 17 de marzo 1999 - Suecia



Científico venezolano que inventó a comienzos de 1950 el bisturí punta de diamante, instrumento con el que se logra hacer cortes ultrafinos requeridos por el Microscopio Electrónico de Transmisión cuando se instala en un aparato llamado **ultramicrotomo**. Este cuchillo de diamante es de uso normal en los laboratorios de microscopía electrónica de transmisión.

Fernández-Morán trabajó en el área de microscopía electrónica, en el uso de lentes superconductores de helio líquido. En los microscopios electrónicos ayudó en la mejora de los ultramicrotomos.



También fue fundador del Instituto Venezolano de Neurología e Investigaciones Cerebrales (IVNIC), precursor del actual Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC) y ministro de Educación al final del gobierno de Marcos Pérez Jiménez, por lo cual tuvo que salir del país en 1958, perseguido por el nuevo gobierno instaurado, ya que sus aportes científicos fueron vetados en Venezuela.



Humberto Fernández-Morán murió en Estocolmo, Suecia, a consecuencia de un aneurisma cerebral. La lista de sus contribuciones científicas cuenta con unas 120 publicaciones y 14 patentes a su nombre.



# Conozcamos más de este héroe venezolano



ESCAÑA EL CÓDIGO QR





## 1

# ACTIVIDADES

*para ver y hacer ciencia*

## Acércate al mundo del microscopio:

¿Sabes cuáles son las partes de un microscopio? Vamos a conocerlas y comenzar a familiarizarnos con él para observar su estructura. Tenemos un ejemplo en la **Figura 1**. Observa con detenimiento sus componentes para identificar las partes señaladas con las flechas.

**Lentes objetivas**  
Soporte del microscopio

**Diapositiva**  
Una pieza delgada de vidrio que sostiene la muestra

**Escenario**  
Una plataforma que contiene la diapositiva

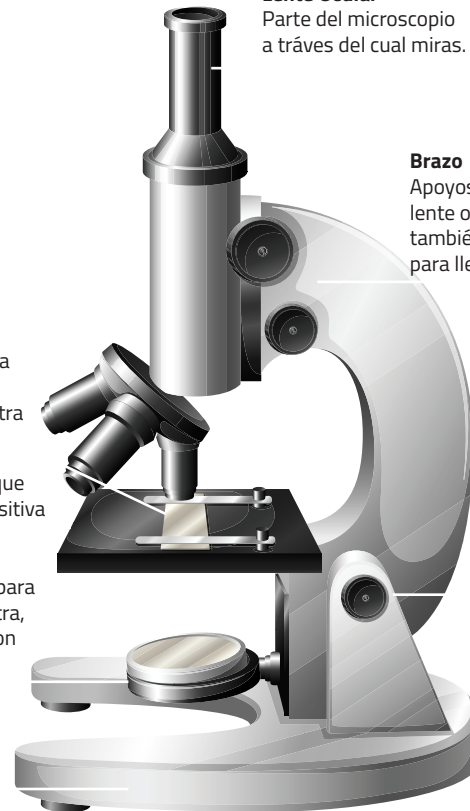
**Lámpara**  
Proporciona luz para iluminar la muestra, a veces se usa con un espejo

**Base**  
Soporte del microscopio

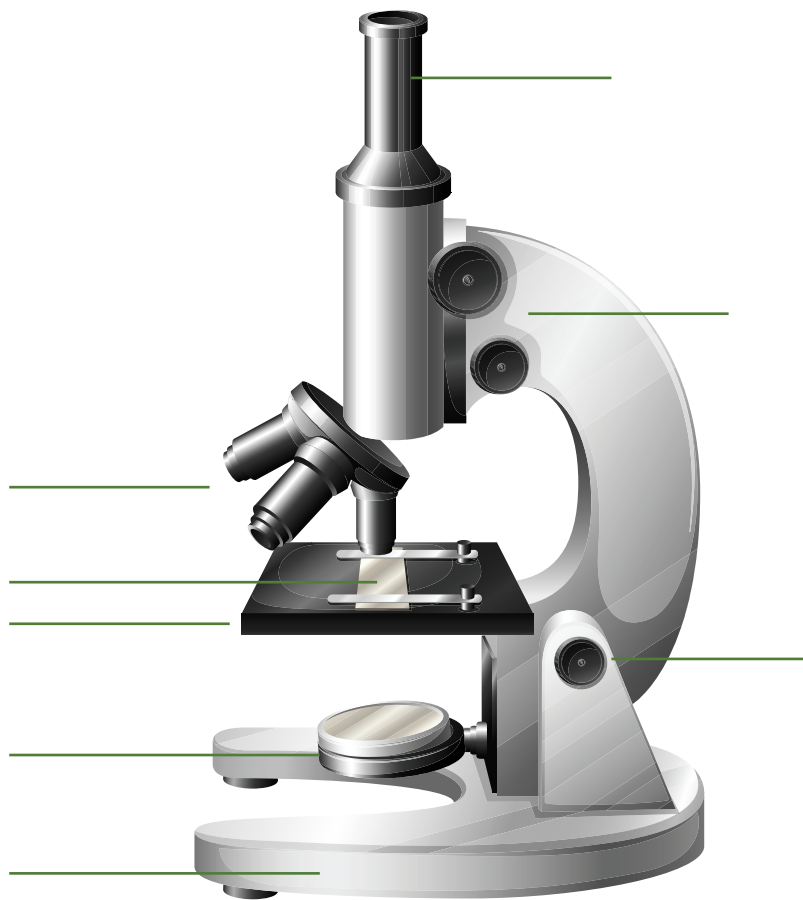
**Lente Ocular**  
Parte del microscopio a través del cual miras.

**Brazo**  
Apoyos y conecta el lente ocular a la base; también un mango para llevar

**Rueda de Enfoque**  
Para traer el objeto dentro y fuera de foco



El microscopio más común es el microscopio óptico, que permite observar objetos demasiado pequeños y analizar las **partículas**. En la **Figura 2** identifica las partes de la estructura del microscopio. Conocerlas te permitirá entrar en ese mundo diminuto y fascinante.



# 2

## Descubre el mundo de las micrografías:

Viendo a través de un microscopio podemos hacer visibles muchos objetos y conocer un universo de pequeñas estructuras que tiene muchas sorpresas. Hay una variedad de seres vivos, diversas texturas y estructuras, muchas de ellas de geometría regular e irregular. Observa las siguientes micrografías adquiridas a través de un microscopio USB con un aumento de 50X-500X y te sorprenderás.

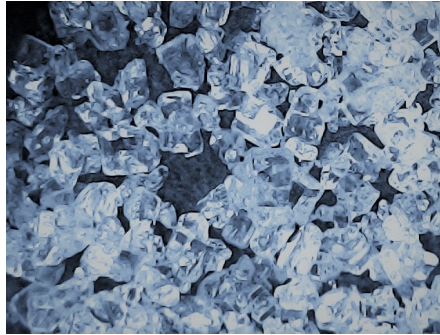


Figura 1. Muestra de azúcar refinada

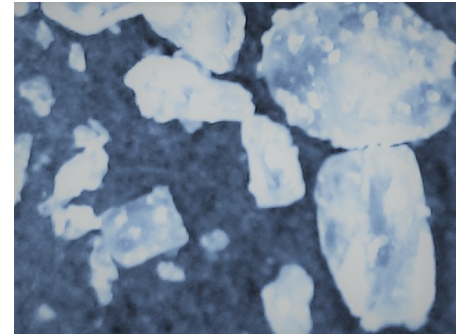


Figura 3. Muestra de sal común



Figura 2. Muestra de bicarbonato de sodio

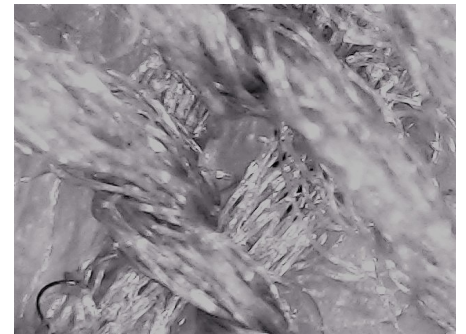


Figura 4. Muestra de tela sintética

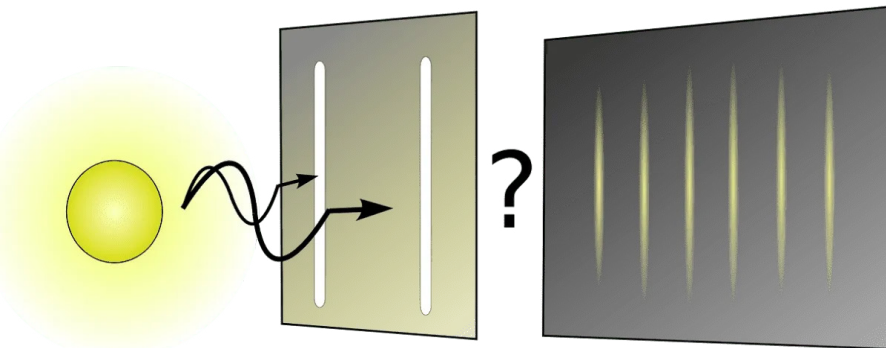
# 3

## MATERIALES:

- Láser (apuntador)
- Portaobjeto de microscopio (cuadrado de vidrio)
- Microscopio o lupa (opcional)
- Papel aluminio
- Alfiler

## PROCEDIMIENTO:

1. Cubrir el portaobjeto con un trozo de papel de aluminio.
2. Con ayuda de un alfiler producir dos ranuras que simularán la doble rendija. Aprender el lado correcto del aluminio que no se rasgue tan fácilmente al realizar las rendijas. Puedes realizar este paso con la ayuda de un microscopio o una lupa.
3. Rasgar con mucho cuidado en repetidas ocasiones hasta conseguir la ranura. Realizar este procedimiento nuevamente para obtener la segunda rendija que esté muy cerca de la primera (puede ser una distancia de 0,1 mm de separación).
4. Escoger una pared o una superficie plana que se encuentre a unos 3 o 5 metros del lugar donde esté ubicado el láser.
5. Sobre esta superficie pegar una hoja de papel blanca.
6. Dejar apuntando la luz del láser sobre la doble rendija y observar la superficie donde se pegó el papel que se forma un patrón de interferencia.



**ESCANEA**  
LINK DEL VIDEO  
DEL EXPERIMENTO  
DOBLE RENDIJA





# Glosario

## Apertura numérica

Relacionada con el [índice de refracción](#) del medio entre la muestra y el objeto. Como el [índice de refracción](#) del aire es menor que el del vidrio los rayos luminosos se refractan o se desvían.

## Campo eléctrico

Es un campo de fuerza creado por la atracción y repulsión de cargas eléctricas (la causa del flujo eléctrico) y se mide en Voltios por metro (V/m).

## Campo magnético

Se llama así al campo de fuerza creado como consecuencia del movimiento de cargas eléctricas (flujo de la electricidad). La intensidad o corriente de un campo magnético se mide en Gauss (G) o Tesla (T).

## Difracción

Fenómeno por el cual se produce una desviación de los rayos luminosos cuando pasan por un cuerpo opaco o por una abertura de diámetro menor o igual que la [longitud de onda](#).

## Electrones

Partícula que se encuentra alrededor del núcleo del átomo y que tiene carga eléctrica negativa.

## Espectro visible

Es la región del espectro electromagnético que el ojo humano es capaz de percibir. A la [radiación electromagnética](#) en este rango de longitudes de [onda](#) se le llama [luz](#). No hay límites exactos en el [espectro visible](#): el ojo humano responde a longitudes de [onda](#) de 380 a 750 nm. Los arcoíris son un ejemplo de refracción del [espectro visible](#).

## Flujo de partículas

Las [partículas](#) de fluido se mueven siguiendo trayectorias irregulares, originando un intercambio de cantidad de movimiento de una porción de fluido a otra. Las [partículas](#) de fluido pueden variar en tamaño, desde uno muy pequeño hasta uno muy grande.

## Fotón

Partícula mínima de energía luminosa o de otra energía electromagnética que se produce, se transmite y se absorbe. "La [luz](#) es energía que se transmite por medio de fotones en forma de [onda](#) electromagnética".

## Haz de electrones

En un [tubo de rayos catódicos](#), chorro de [electrones](#) creado por el cátodo.

## Haz de luz

Conjunto de [partículas](#) o rayos luminosos de un mismo origen, que se propagan sin dispersión.

## Imagen

Se entiende por [imagen](#) la representación visual de algo o alguien, es decir, una figura o ilustración que se asemeja a algo, que refleja la apariencia de algo, ya sea real o imaginario, concreto o abstracto.

## Índice de refracción

Es la relación entre la velocidad de la [luz](#) en el vacío y la velocidad de la [luz](#) en ese material.

### Lentes convergentes

Son medios transparentes de vidrio, cristal o plástico limitados por dos superficies, siendo curva al menos una de ellas. Una lente óptica tiene la capacidad de refractar la luz y formar una imagen. La luz que incide perpendicularmente sobre una lente se refracta hacia el plano focal (convergente), o desde el plano focal (divergente).

### Longitud de onda

Es la distancia entre dos crestas consecutivas de una onda en particular o también de una onda electromagnética, siendo esta inversamente proporcional a la frecuencia, por lo tanto, a la energía de la onda. Se suele representar con la letra griega  $\lambda$ .

### Luz

Es un flujo de partículas inateriales o paquetitos de energía, llamados fotones, que se mueven a una velocidad de 3.108 m/s (la velocidad de la luz). Podemos considerarla como una onda u oscilación de campos eléctricos y magnéticos perpendiculares entre sí.

### Magnificación o aumento

Capacidad de aumentar el tamaño de una imagen.

### Mecánica cuántica

Es la rama de la física que estudia la naturaleza a escalas espaciales pequeñas, los sistemas atómicos, subatómicos, sus interacciones con la radiación electromagnética y otras fuerzas, en términos de cantidades observables. Se basa en la observación de que todas las formas de energía se liberan en unidades discretas o paquetes llamados cuantos.

### Micrografía

Es la imagen obtenida de objetos no visibles a simple vista mediante la ayuda de instrumentos ópticos o electrónicos como lupas y microscopios. No debe confundirse con la microfotografía, que se refiere a fotografías realizadas a tamaño miniaturizado como los microfilmes.

### Microtomo

Es un instrumento de corte utilizado en microscopía que permite obtener rebanadas muy finas de material.

### Nanómetro

Es la unidad de longitud del Sistema Internacional de Unidades (SI) que equivale a una mil millonésima parte de un metro. Su símbolo es nm. El nombre combina el prefijo nano con la unidad metro. Se usa para expresar dimensiones en la escala atómica: El diámetro de un átomo de helio es de 0,1 nm, o de un ribosoma es de unos 20 nm.

### Onda de luz

Las ondas que se propagan en el vacío se llaman ondas electromagnéticas. La luz es una radiación electromagnética. Las ondas electromagnéticas viajan a la velocidad de 300.000 km/s, que se conoce como "velocidad de la luz en el vacío".

### Onda

Se conoce como la propagación de energía (y no de masa) en el espacio debido a la perturbación de alguna de sus propiedades físicas, como son la densidad, presión, campo eléctrico o campo magnético.

### Partículas

Objetos que tienen propiedades físicas como masa, carga, volumen y densidad. Pueden transportar energía. Tienen diferentes tamaños, desde moléculas de muchos átomos unidos entre sí hasta átomos y **partículas** subatómicas más pequeñas.

### Radiación Electromagnética

Son las ondas producidas por la emisión de energía debida a la oscilación o aceleración de las cargas eléctricas.

### Reflexión

Es el cambio de dirección de una **onda** al entrar en contacto con la superficie (interfaz) que separa dos medios diferentes.

### Resolución

Capacidad de producir una **imagen** nítida o la capacidad de generar una **imagen** bien definida de puntos situados muy cerca uno del otro en el objeto.

### Sensor CCD

Conocido por sus siglas en inglés «Charge-Coupled Device», que se traduce como Dispositivo de Carga Acoplada, se trata de un dispositivo detector de **luz** basado en materiales semiconductores como el silicio. Se compone de muchos fotodiodos pequeños que convierten la **luz** en una señal eléctrica. Los sensores de **imagen** son capaces de recoger información sobre la intensidad de la **luz**.

### Telescopio

Es un instrumento óptico para observar objetos lejanos, en especial cuerpos celestes, que consiste esencialmente en un espejo o lente que concentra los rayos luminosos y forma una **imagen** del objeto, y una lente que amplía esta **imagen**.

### Tornillo macrométrico

Tornillo de precisión que se utiliza para medir distancias muy pequeñas con una alta exactitud. Se basa en una rosca que permite mover un objeto con una precisión de hasta una milésima de milímetro.

### Tornillo micrométrico

O tornillo de Palmer, instrumento de medición para valorar el tamaño de un objeto con gran precisión, en un rango del orden de centésimas o de milésimas de milímetro.

### Tubo de rayos catódicos (TRC o CRT)

Es un tubo electrónico en el que un **haz de electrones** se enfoca sobre un área pequeña de una superficie emisora de **luz** que constituye la pantalla y cuya intensidad y posición sobre ella pueden variarse.

### Ultramicrotomo

Instrumento que facilita la preparación de cortes semifinos y ultrafinos de tejidos. Para cortes semifinos se emplean cuchillas de vidrio y para ultrafinos (menor a 60 nm) se utiliza la cuchilla de diamante.



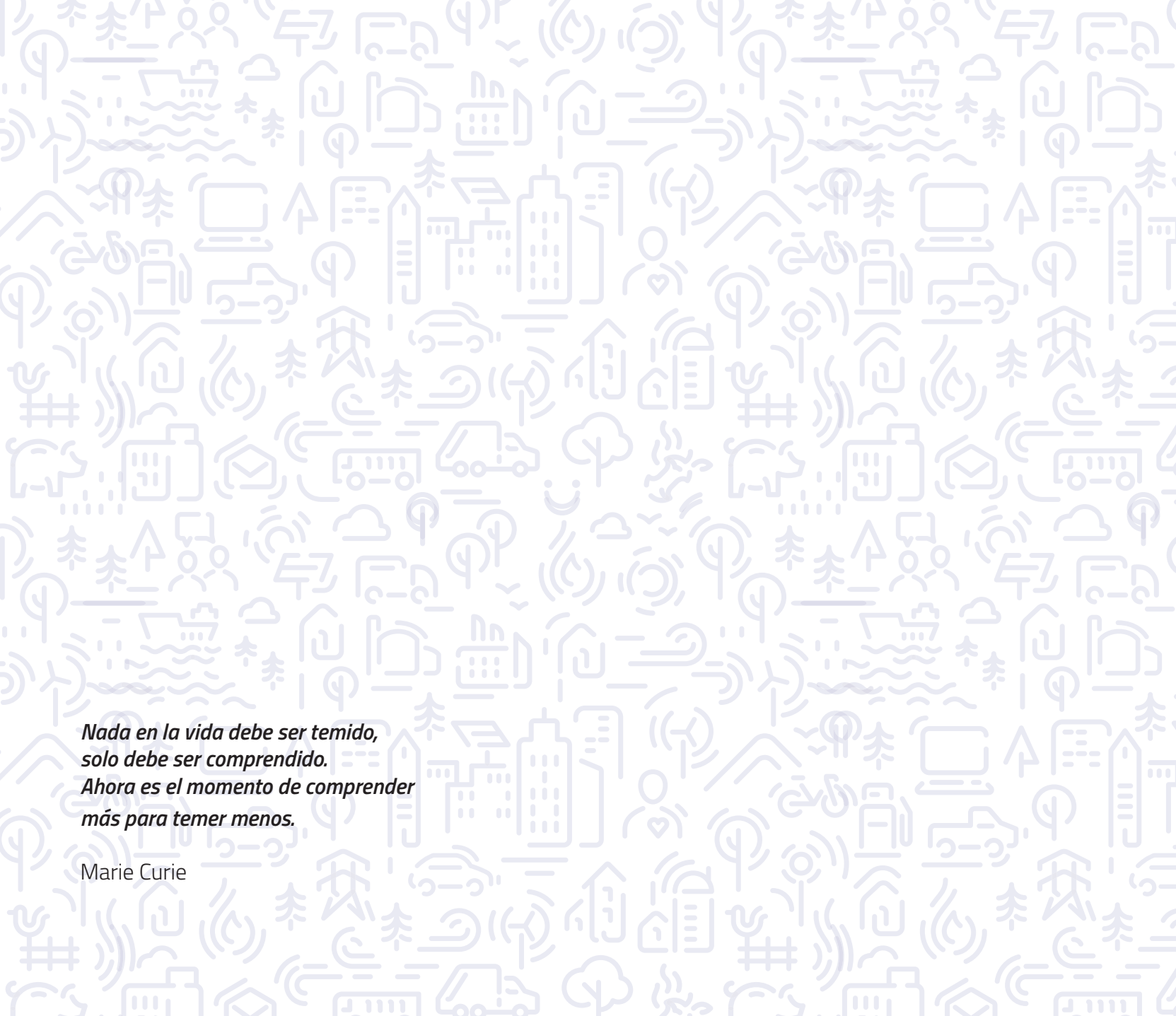


# Bibliografía básica

1. Arenas, C.E. (2010). Microscopía. Obtenido de UNAM: [https://bct.facmed.unam.mx/wp-content/uploads/2018/08/2\\_microscopia.pdf](https://bct.facmed.unam.mx/wp-content/uploads/2018/08/2_microscopia.pdf)
2. Blitzer, Charles (1971). *La era de los Reyes* (Libros Time-Life), Ilustraciones. Holanda, Cartoné editorial. 191 pp.
3. Halzen, Francis; Martin, Alan Douglas (1984). Universidad de Wisconsin, ed. *Quarks and Lepons: An Introductory Course in Modern Particle Physics*. Universidad de Durham. Canadá: Wiley. pp. 396. ISBN 9780471887416.
4. Hewakuruppu, Y., et al., Plasmonic “pump – probe” method to study semi-transparent nanofluids, *Applied Optics*, 52(24):6041-6050
5. Kirsteen Rogers y otros (2.000). *El gran libro del Microscopio* (Versión español). Ilustraciones y fotografías. Gran Bretaña, Londres, Usborne Publishing Ltd.
6. Lanfranconi, M. (7 de julio de 2020). *Introducción a la Biología*. Obtenido de <http://www.etpcb.com.ar/DocumentosDconsulta/OPTICA/optica/Historia%20de%20la%20Microscopia.pdf>
7. Langford, M. (1977). *Manual de técnica fotográfica*. Madrid: Hermann Blume ediciones. pp. 335, 330. ISBN 84-7214-117-9.

8. Lentes convergentes y divergentes | Educaplus.org. [online] Disponible en <https://www.educaplus.org/luz/lente1.html> [ Visitado el 20-9-2023 ].
9. Lynch, David K.; Livingston, William Charles (2001). *Ano Color and Light in Nature* (2nd ed.). Cambridge, UK: Cambridge University Press. p. 231. ISBN 978-0-521-77504-5. Retrieved 12 October 2013. *Limits of the eye's overall range of sensitivity extends from about 310 to 1050 nanometers* [https://www.keyence.com.mx/ss/products/microscope/microscope\\_glossary/terminology/image\\_sensor.jsp](https://www.keyence.com.mx/ss/products/microscope/microscope_glossary/terminology/image_sensor.jsp)
10. SEA (Julio 2023). *SEA Astronomía*. Obtenido de SEA Astronomía: <https://www.sea-astronomia.es/glosario/longitud-de-onda>
11. StudySmarter (Julio 2023). *Stady Smarter*. Obtenido de StudySmarter: <https://www.studysmarter.es/resumenes/fisica/ondas/indice-de-refraccion/> <https://es.wikipedia.org/wiki/Fot%C3%B3n> <https://concepto.de/onda-2/> <https://www.rae.es/drae2001/haz> <https://concepto.de/imagen/> [https://es.wikipedia.org/wiki/Tubo\\_de\\_rayos\\_cat%C3%B3dicos](https://es.wikipedia.org/wiki/Tubo_de_rayos_cat%C3%B3dicos) <https://www.studysmarter.es/resumenes/fisica/fisica-nuclear/particulas/>
12. *Temario de radiocomunicaciones. Concepto de longitud de onda*. [www.practicasderadiocomunicaciones.com](http://www.practicasderadiocomunicaciones.com).





*Nada en la vida debe ser temido,  
solo debe ser comprendido.  
Ahora es el momento de comprender  
más para temer menos.*

Marie Curie