El maravilloso mundo de la MICROSCOPÍA

SEMILLEROS CIENTÍFICOS

Programa Nacional Semilleros Científicos
Libro informativo

El Programa Nacional Semilleros Científicos es una iniciativa del Ministerio del Poder Popular para Ciencia y Tecnología que busca promover la cultura científica para toda nuestra generación. El programa se articula con el Ministerio del Poder Popular para la Educación y el Ministerio del Poder Popular para la Educación Universitaria.

Su objetivo es implementar un sistema científico-educativo que incentive el estudio de las ciencias naturales y sociales, que identifique y apoye a las capacidades científico-tecnológicas de niños, niñas, adolescentes y jóvenes. El programa busca preservar generacionalmente el pensamiento y la inventiva nacional.

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

Mincyt
Ministerio del Poder Popular
para Ciencia y Tecnología

SEMILLEROS CIENTÍFICOS

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

Autores
José Sierra Quintero
Carlos Rojas
José Ruiz

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

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

© Ministerio del Poder Popular
para Ciencia y Tecnología

Caracas 2024 - Venezuela

Deposito Legal: DC2024000248

ISBN: 978-980-7755-28-3

9 789807 755283

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

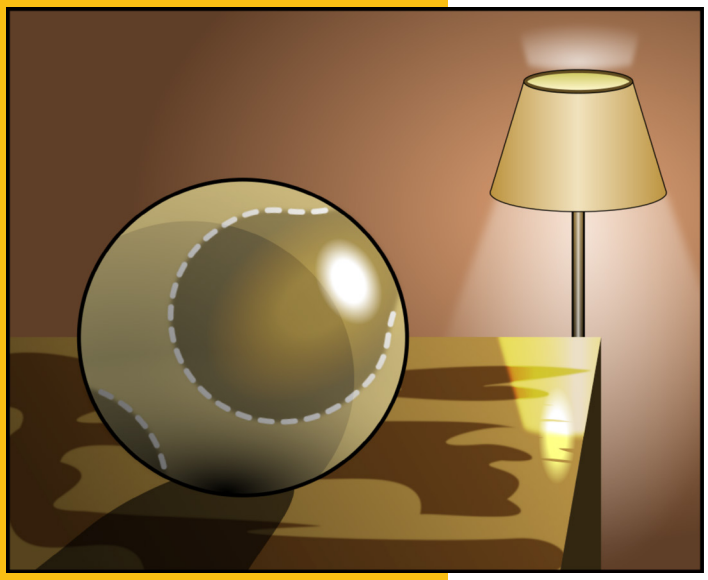
Humberto Fernández-Morán 32
Actividades
1. Acércate al mundo del microscopio 37
2. Caracteriza y compara las micrografías 39
3. Experimento de doble rendija 40

Glosario 41
Bibliografía básica 45

Hola amigas y amigos, mi nombre es **Autana**. Vivo en el Amazonas venezolano y pertenezco a los pueblos índigenas. 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.



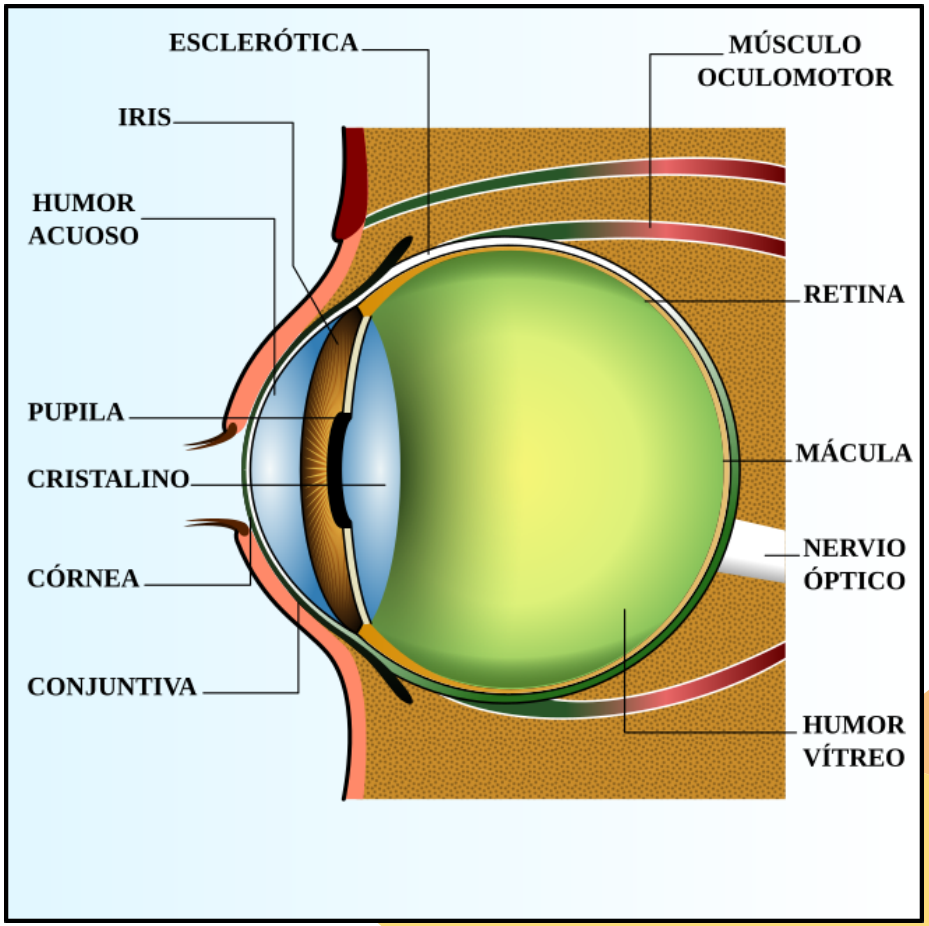
Receptores de la luz

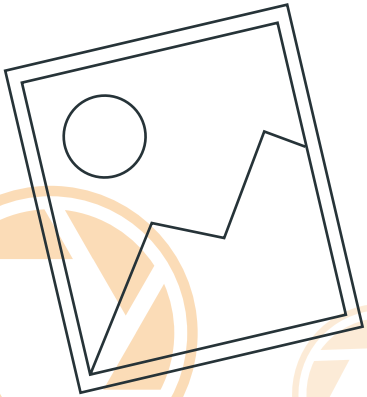
Los humanos tenemos el sentido de la vista muy bien desarrollado, nos permite percibir el ambiente que nos rodea. Cuando observamos, nuestros ojos funcionan como receptores de la luz emanada por fuentes luminosas, tal como una lámpara. Asimismo, perciben la luz que es reflejada por los objetos cuando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

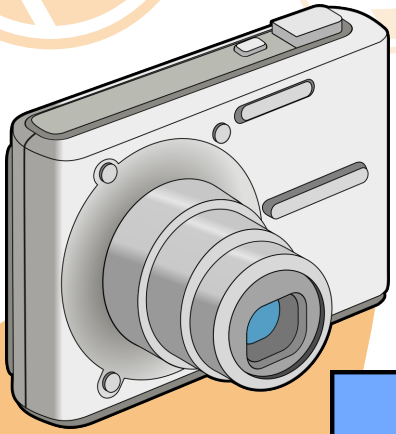
Así como cada animal es diferente, sus ojos también lo son. Por lo que cada individuo observa y percibe la realidad (los objetos) desde perspectivas diferentes, desde su propia capacidad visual y experiencia.

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

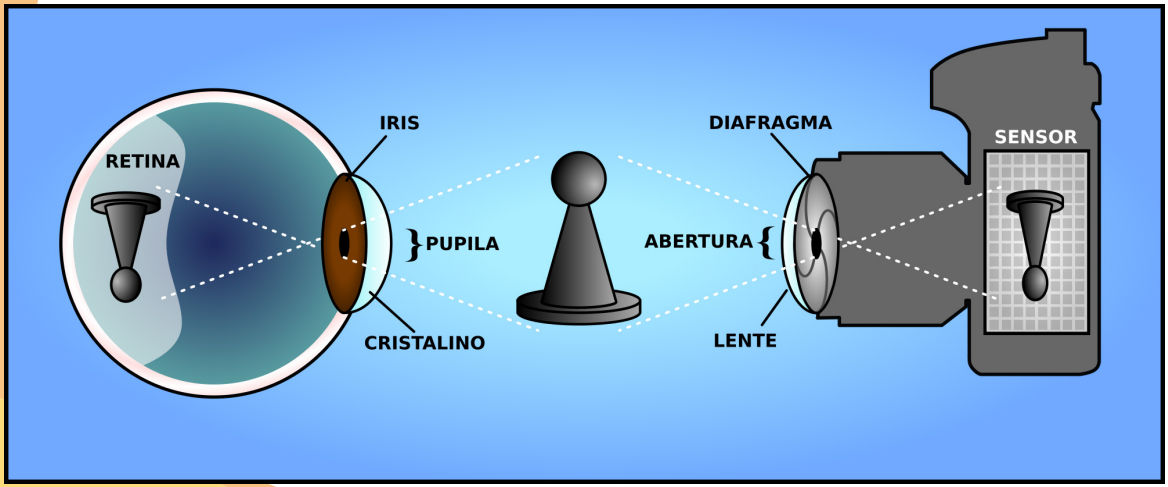




Registro *fotográfico*



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.



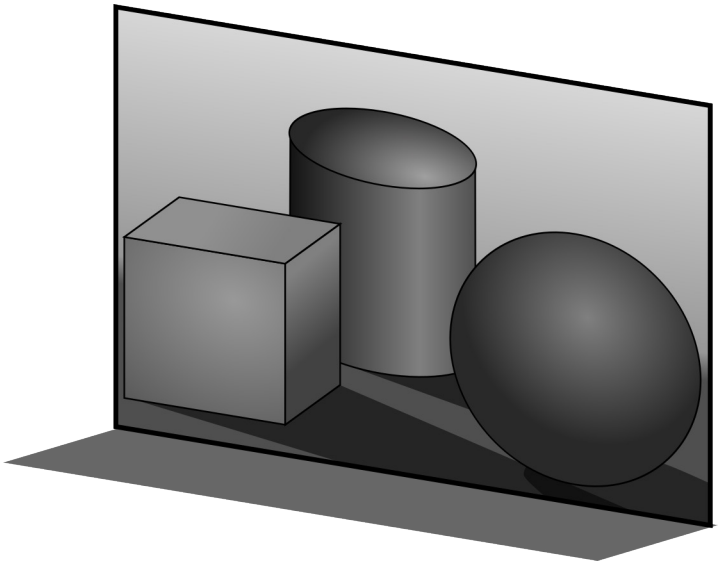


Imagen *monocromática*

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

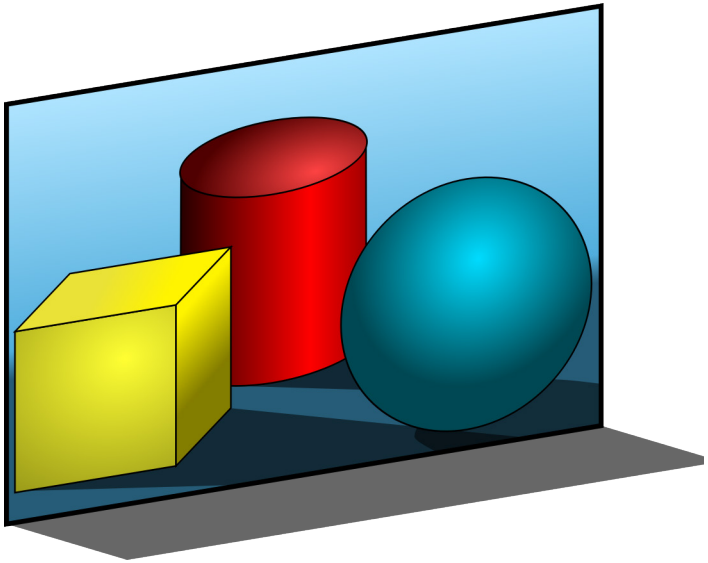
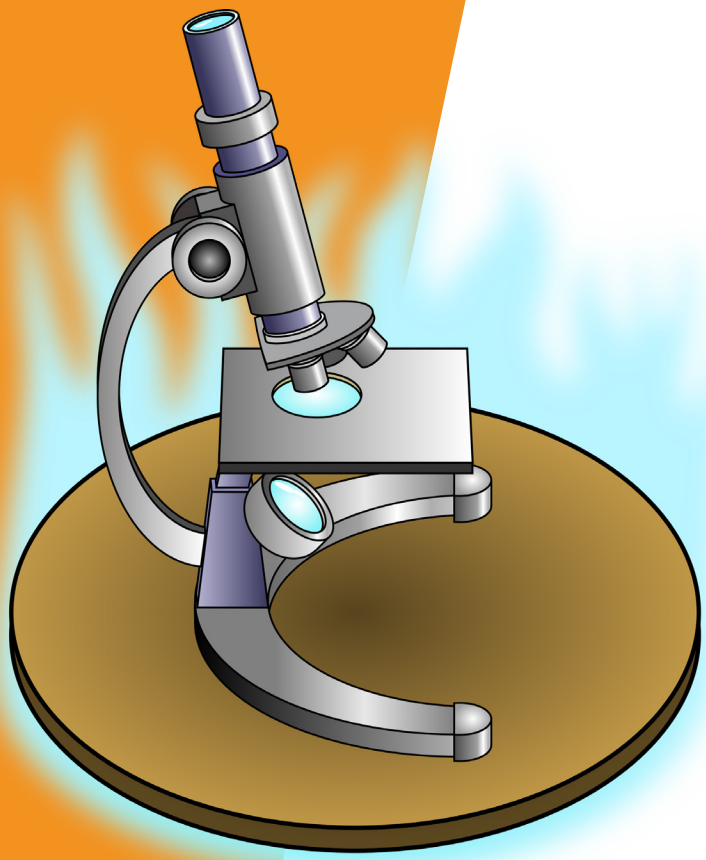


Imagen *policromática*

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 vivientes 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.

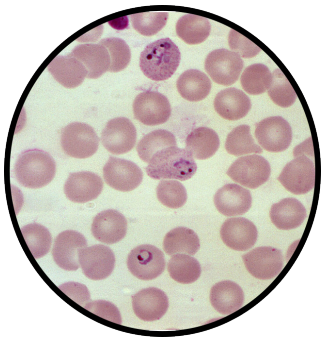
Janssen continuó trabajando en el desarrollo de instrumentos ópticos y también participó en la invención del telescopio de Galileo, quien mejoró el diseño original y lo popularizó. Sin embargo, la mayoría de su trabajo en instrumentos ópticos se centró en microscopios compuestos.

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.

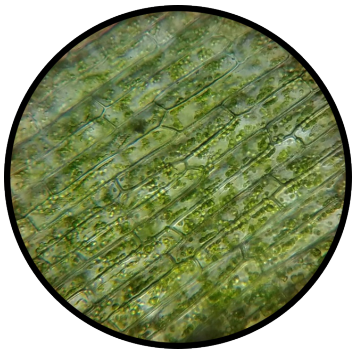
Sus microscopios, de 5 centímetros de altura, consistían en una diminuta lente entre dos placas de metal, con una montura ajustable. Lo maravilloso eran las lentes pulidas por el propio Leeuwenhoek, además de añadirle a este proceso el espíritu del observador. Aunque dejó muchos microscopios, nadie volvió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



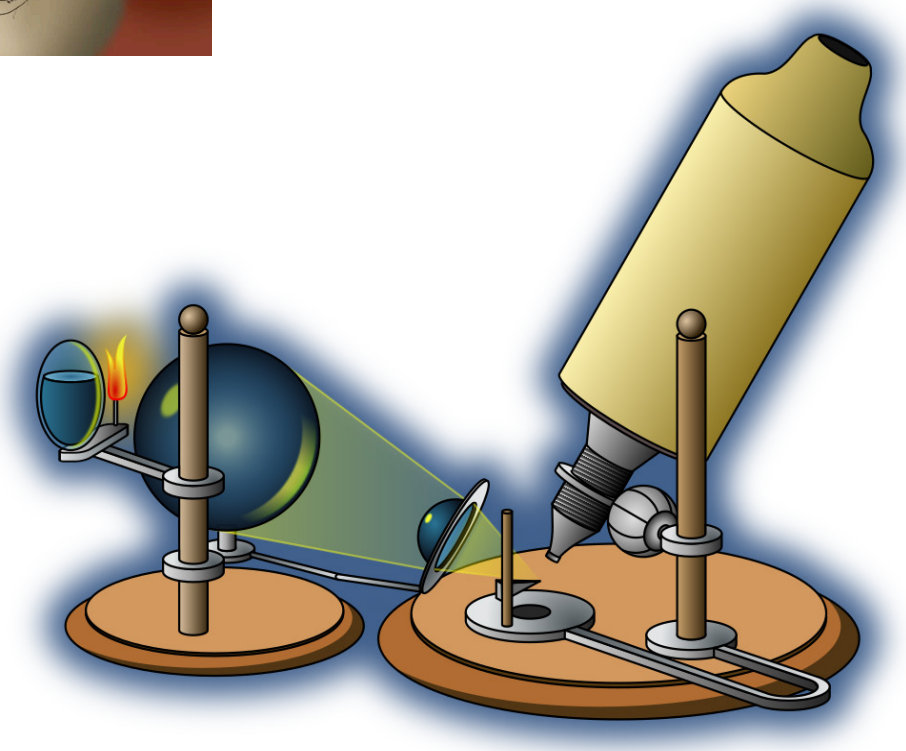
Glóbulos Rojos

Células Vegetales



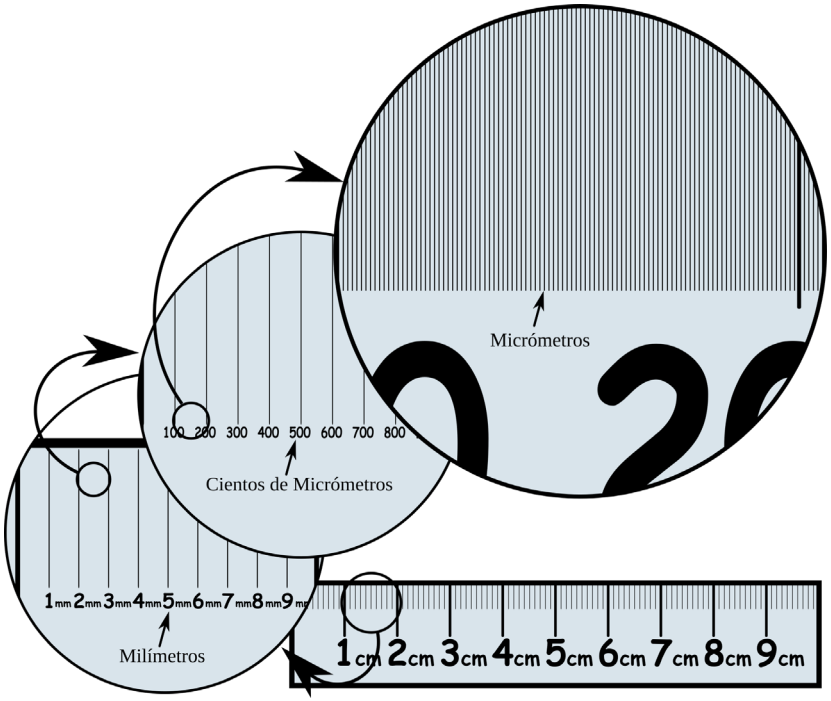
Poco después, su contemporáneo **Roberto Hooke (1635-1703)**, reconocido genio de la mecánica, aplicó mejoras al microscopio de Leeuwenhoek construyendo una estructura por la cual la luz pasaba por un globo lleno de agua y una lente la concentraba en la muestra.

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.

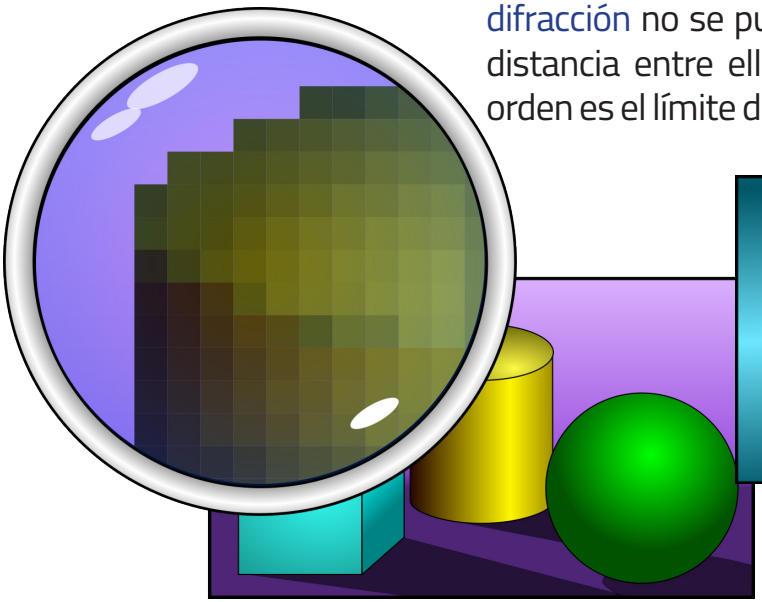


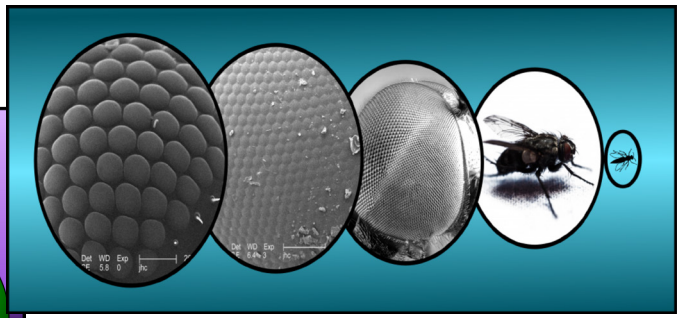
Observa la marca de un milímetro e imagínala dividida en mil partes iguales, cada una de las cuales correspondería a un micrómetro.

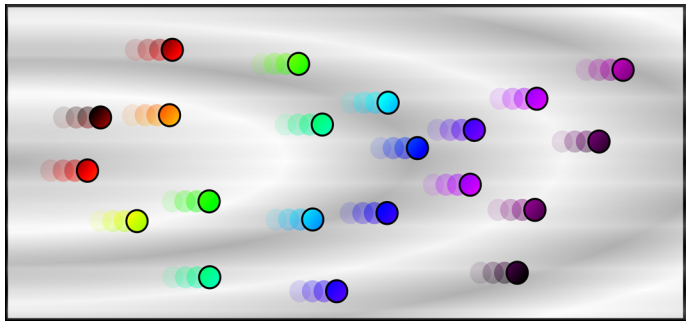
Resolución del *Microscopio Óptico*

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.



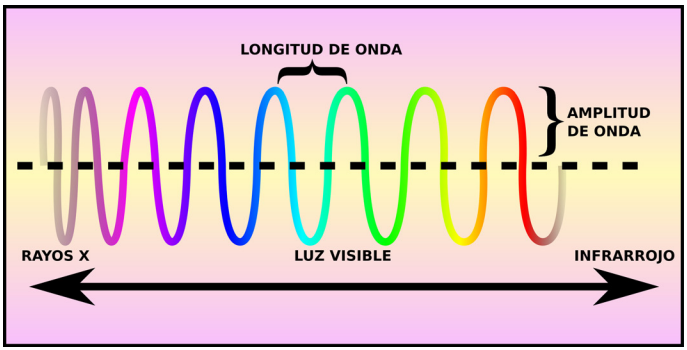




Luz y materia

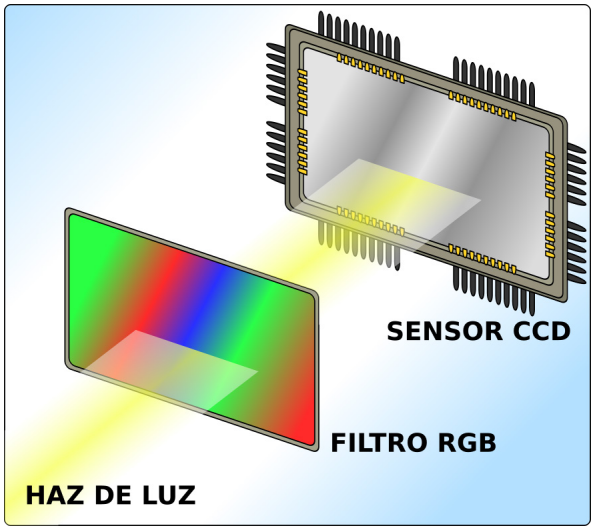
Podemos considerar a la luz como un flujo de partículas inmateriales o paquetitos de energía, llamados fotones, que se mueven a una velocidad de 298.792.458 m/s (300.000 km x segundo).

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.

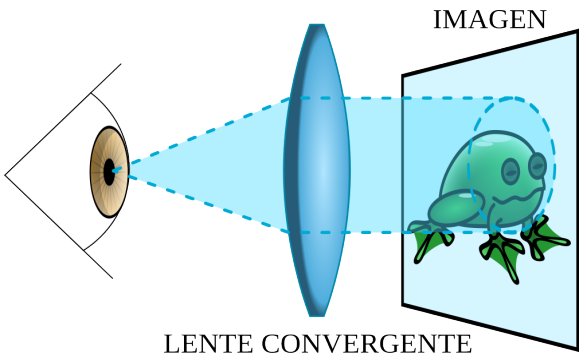
Cuando la consideramos como una onda, su característica principal es la longitud. Nuestros ojos son sensibles sólo a un rango continuo de longitudes de onda que va desde los 400 nanómetros (nm), o sea 0,4 micrómetros (μm) de la luz de color violeta hasta los 700 nm (0,7 μm) de la luz de color rojo del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

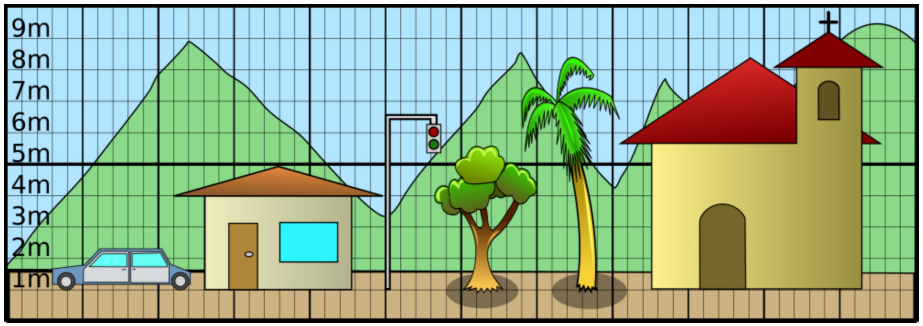


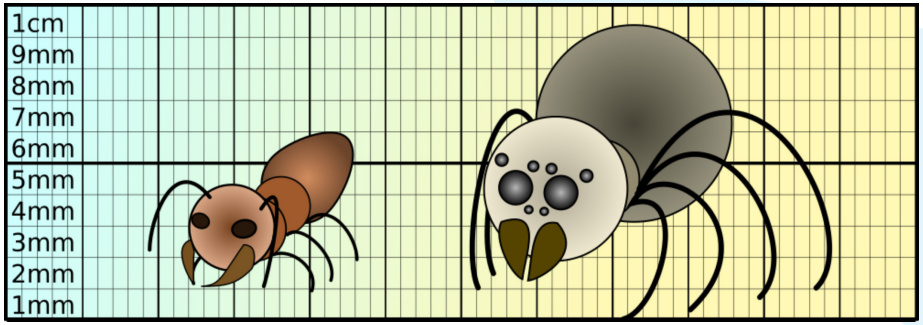
Esta utilidad resulta clave para la construcción de diversos dispositivos ópticos como los anteojos, lupas, catalejos, telescopios y... ¡microscopios!

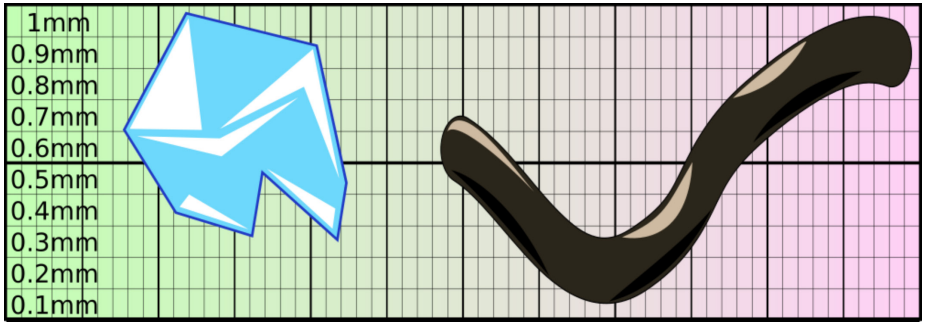
Viajemos rápido como la luz

ESCANEA EL CÓDIGO QR

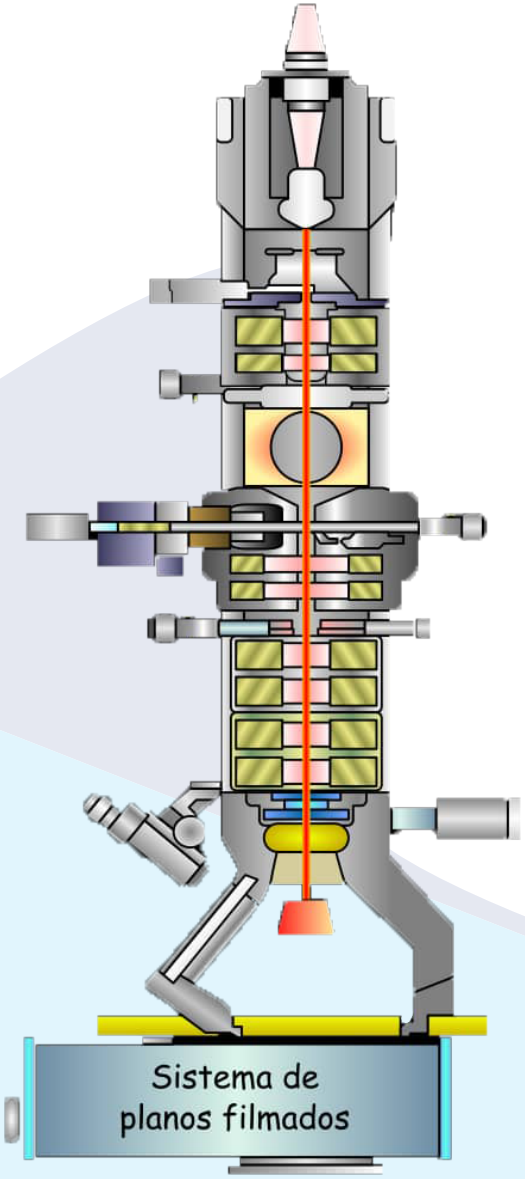
Microscopía







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).

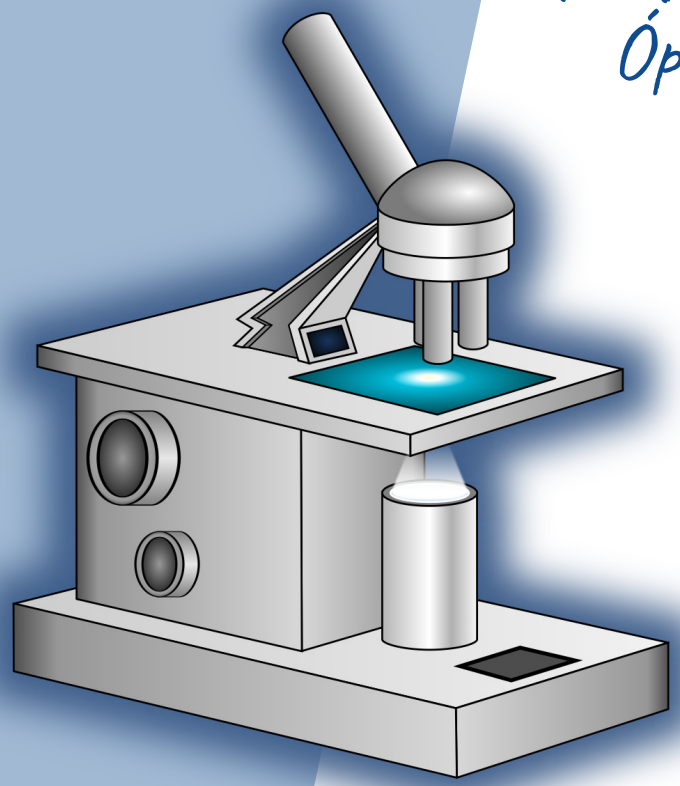
Además, contiene un sistema mecánico que proporciona el soporte estructural del primer sistema y a través del cual se varía la distancia de los objetivos de dicha muestra para así poder observar imágenes nítidas.

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.

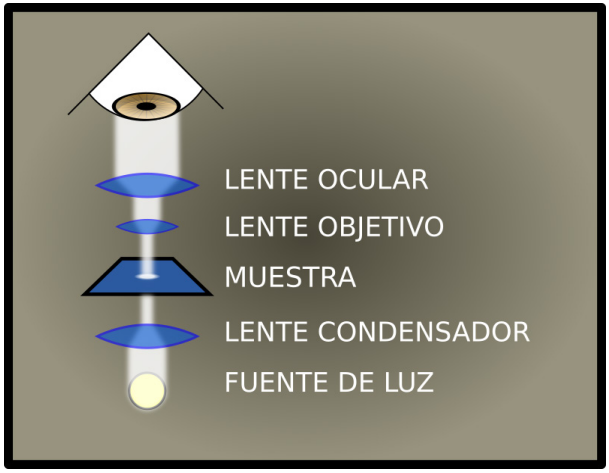
Un mundo microscópico te espera

ESCANEA EL CÓDIGO QR

Microscopio
Óptico de Transmisión (MOT)



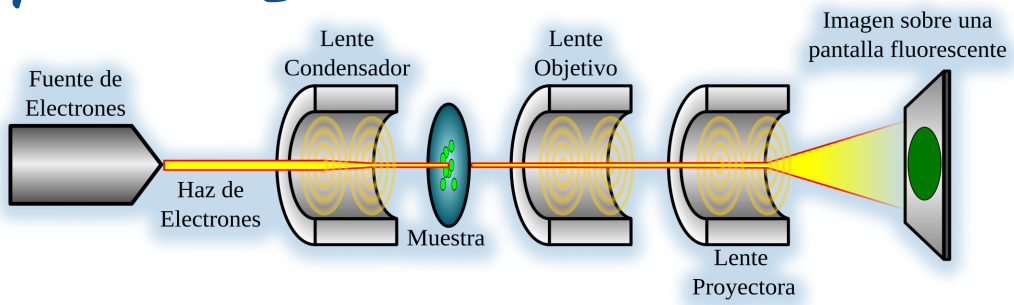
Sirve para observar objetos delgados (de un espesor que va desde varios micrómetros a varias decenas de micrómetros) que sean transparentes o translúcidos, ya que el haz de luz debe pasar a través de ellos.



Acompáñame a conocer más...

ESCANEA EL CÓDIGO QR

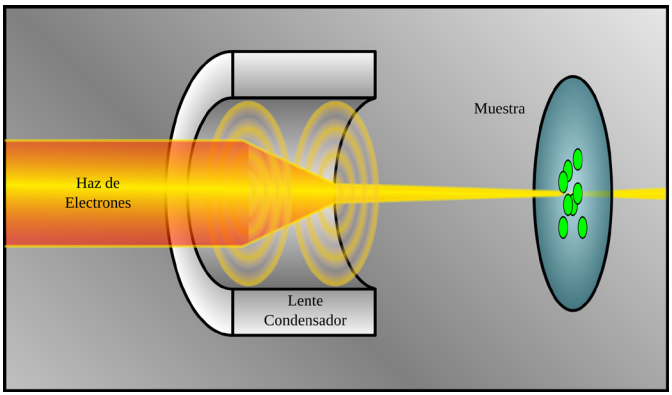
Microscopía Electrónica de Transmisión



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.

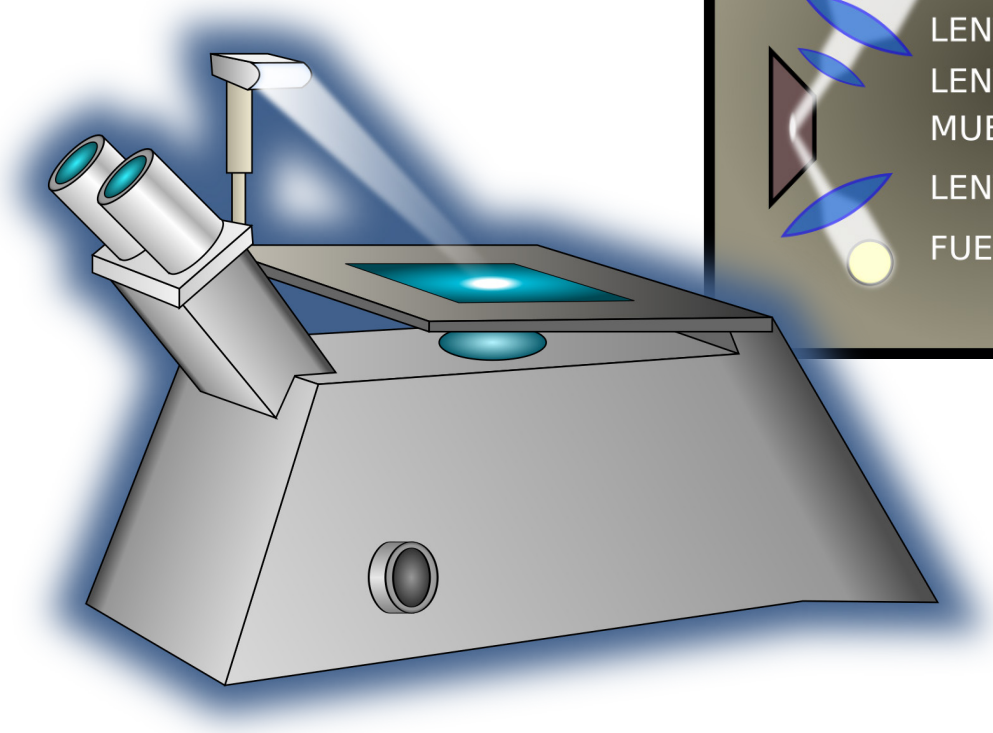
Si queremos enfocar un haz de electrones, tal como lo hacemos en microscopía óptica, necesitamos unos lentes especiales inmateriales, que son campos magnéticos que producen fuerzas desviadoras sobre los electrones del haz para poder enfocarlos.

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.



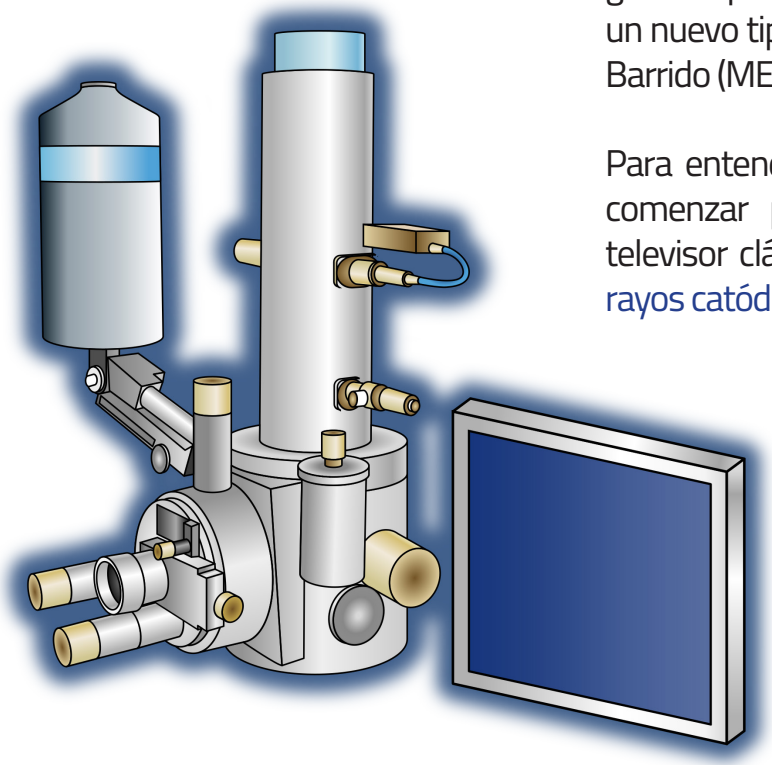
Sumérgete a la aventura

ESCANEA EL CÓDIGO QR

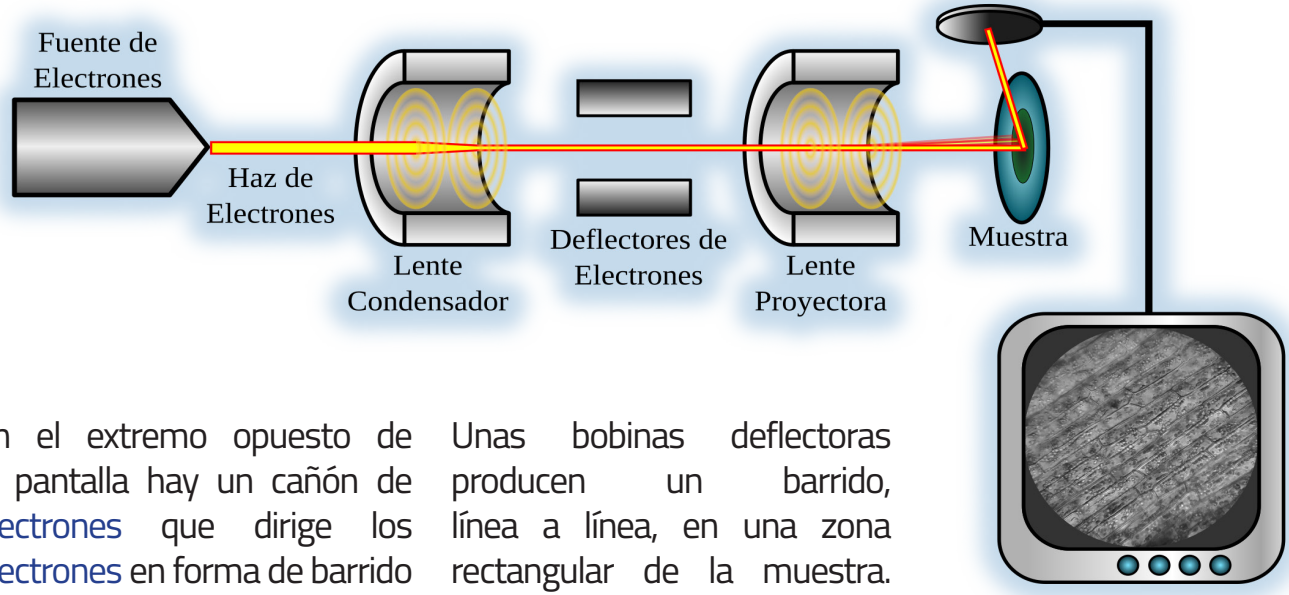
Microscopía Electrónica *de Barrido*

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).



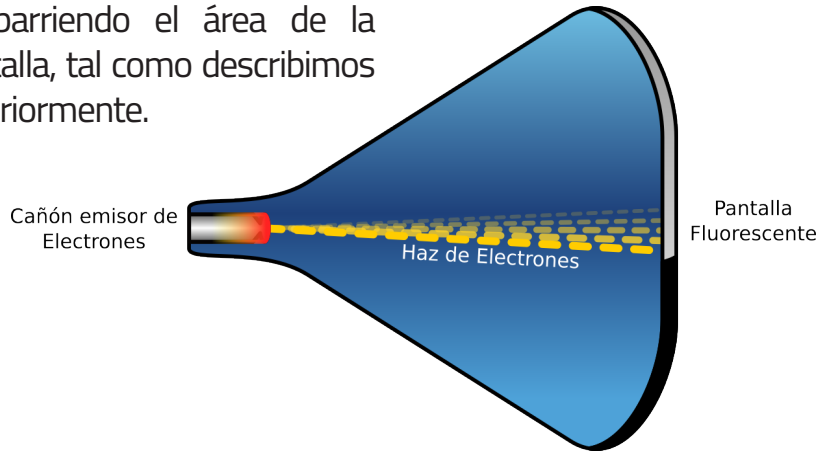
La pantalla del televisor consistía en una botella de vidrio cuyo interior estaba al vacío recubierto por una sustancia fluorescente. Cuando era impactada por un haz de electrones se iluminaba. Esto permitía componer una imagen detallada.



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.

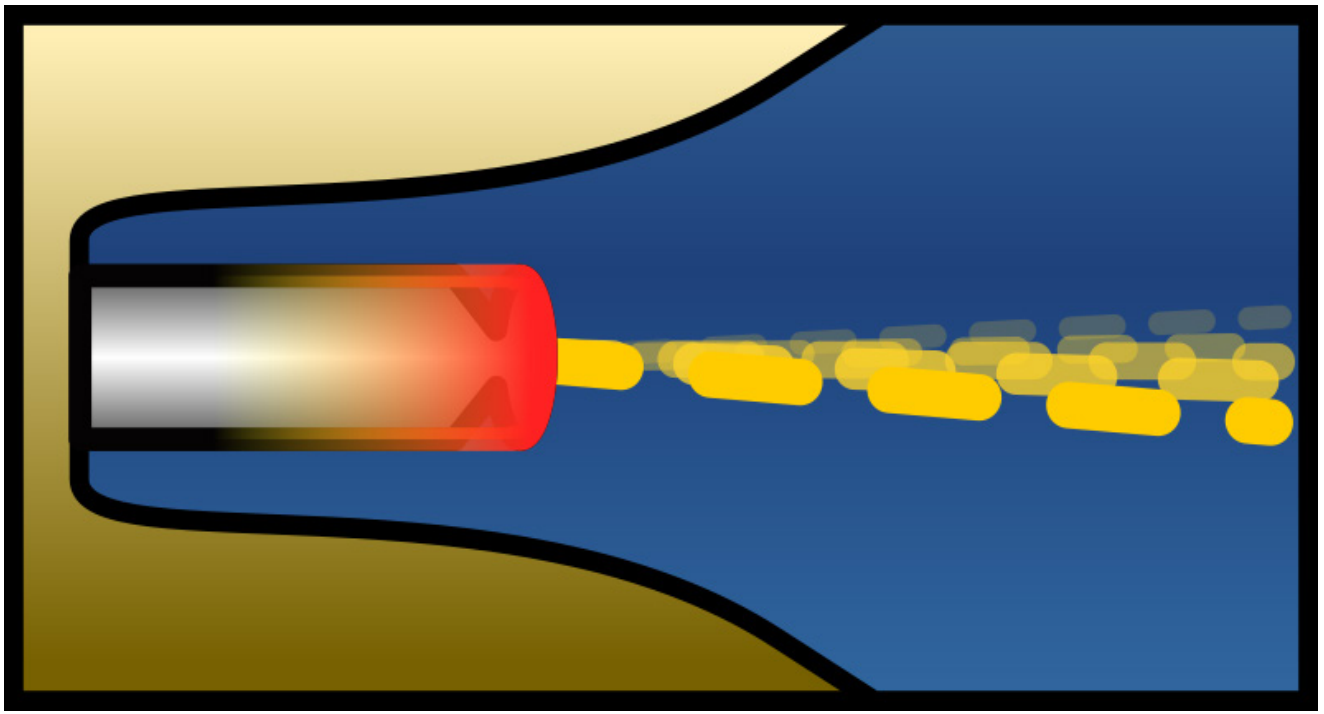
En el Microscopio Electrónico de Barrido se tiene un cañón de electrones que está enfocado por una serie de lentes magnéticos para producir un haz muy fino que incide sobre la muestra.

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

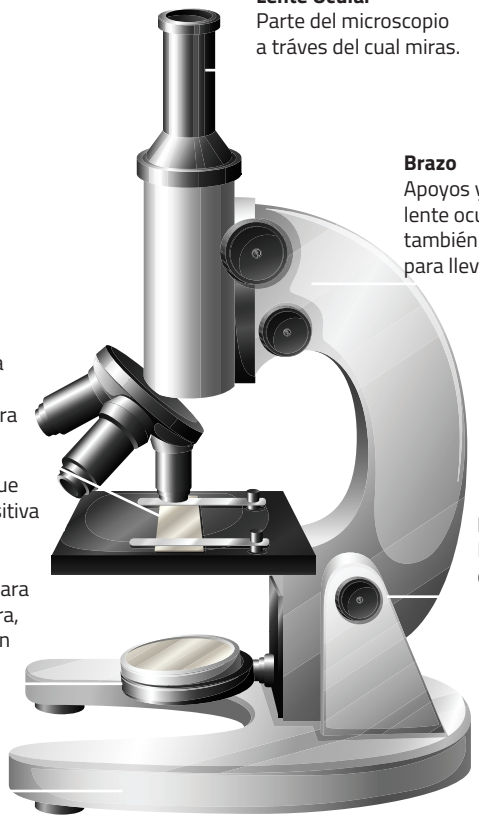
ESCANEA EL CÓDIGO QR

La ciencia más útil
es aquella cuyo fruto
es el más comunicable

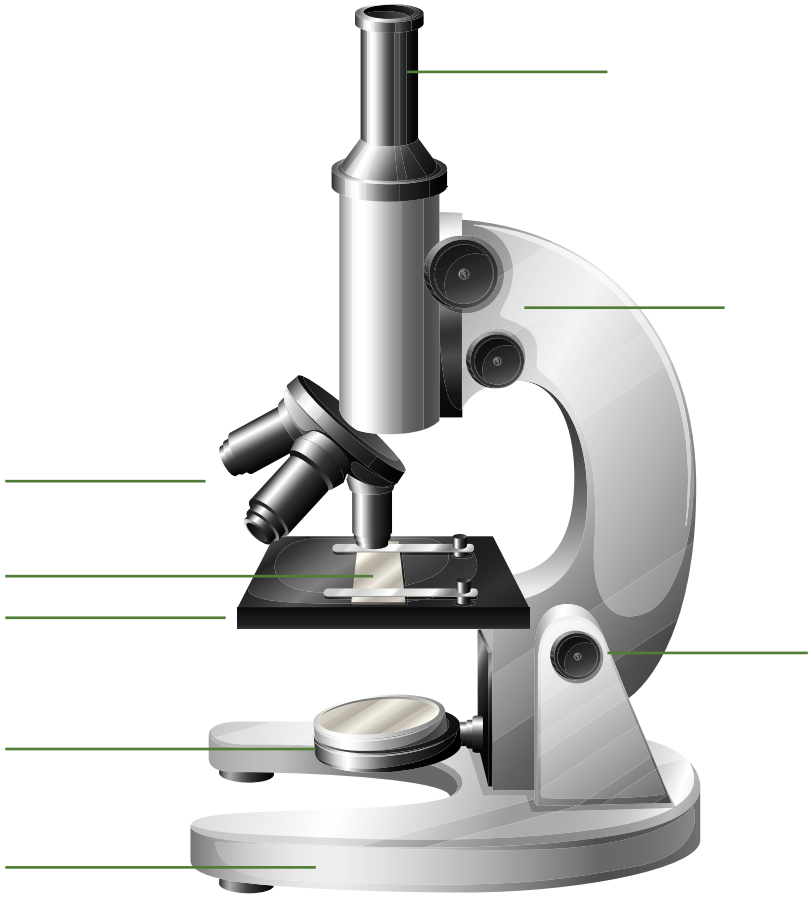
Leonardo Da Vinci

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.



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.

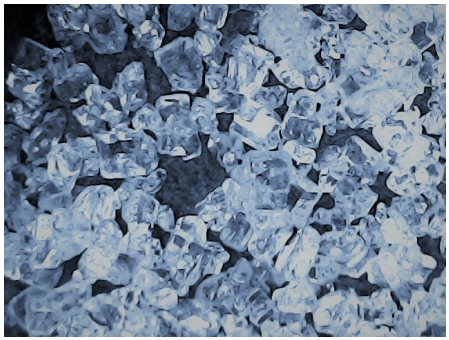


Figura 1. Muestra de azúcar refinada

Figura 2. Muestra de bicarbonato de sodio

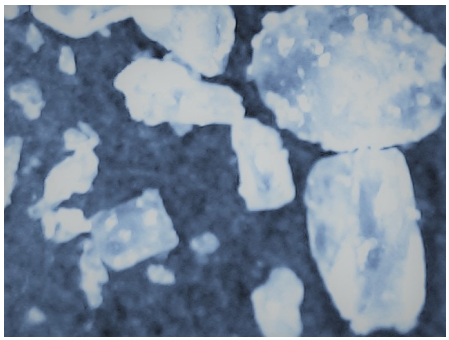


Figura 3. Muestra de sal común

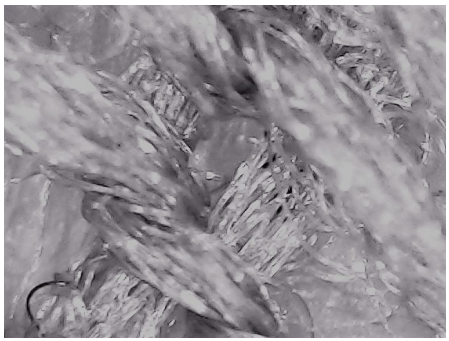


Figura 4. Muestra de tela sintética

3

MATERIALES:

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

PROCEDIMIENTO:

1. Cubrir el portaobjeto con un trozo de papel de aluminio.

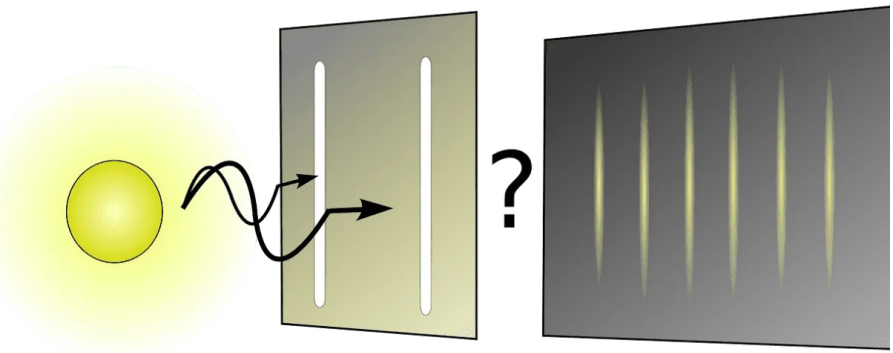
2. Con ayuda de un alfiler producir dos ranuras que simularán la doble rendija. Apreciar el lado correcto del aluminio que no se rasgue tan fácilmente al realizar las rendijas. Puedes realizar este paso con la ayuda de un microscopio o una lupa.

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 landa.

Luz
Es un flujo de partículas inmateriales 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

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 Leptons: 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 et al, (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.etpcba.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 [Online 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

10. SEA (Julio 2023). *SEA Astronomía*. Obtenido de SEA Astronomía: https://www.sea-astronomia.es/glosario/longitud-de-onda

11. StudySmarter (Julio 2023). *Study 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://www.studysmarter.es/resumenes/fisica/fisica-nuclear/particulas/

12. *Temario de radiocomunicaciones. Concepto de longitud de onda*. 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

Los valores del Programa Nacional Semilleros Científicos son:

La curiosidad: Para la búsqueda del conocimiento y la exploración del mundo. El programa reconoce la curiosidad como una cualidad humana, que lo impulsa a indagar sobre su entorno.

La creatividad: Para generar soluciones innovadoras a los problemas, este programa valora la creatividad ya que permite a sus participantes imaginar, diseñar propuestas novedosas.

La colaboración: Como forma de trabajo en equipo y de construcción colectiva de saberes, para el Programa, la colaboración facilita el intercambio de conocimientos y experiencias entre los participantes.

La diversidad: Como reconocimiento y valoración de las diferentes formas de pensar, sentir y expresión.

La ética: Como compromiso con el bien común, el respeto a la vida y el cuidado del ambiente. La ética se asume en el Programa como guía para la actuación de los participantes

En el presente libro, referido a ***El maravilloso mundo de la Microscopía***, nos adentramos en la fascinante dimensión de lo micro. Lo que no es posible visualizar a simple vista. Podemos conocer el universo de las pequeñas estructuras que tiene muchas sorpresas. El microscopio nos proporciona la posibilidad de adentrarnos en ese mundo de lo pequeño, de lo mínimo.

Hay una variedad de seres vivos, estructuras y texturas, muchas de ellas de geometría regular e irregular. Con el microscopio se conoce cuánto mide un grano de azúcar y el grosor de un cabello.

Existe un mundo muy interesante que estuvo oculto a nuestros ojos antes de la invención del microscopio, que incluye los microbios, así como muchas otras formas animales, vegetales y minerales. En este libro encontrarás los diferentes tipos de microscopios.