

**Instituto Superior Tecnológico "Santiago Ramón
y Cajal - IDEMA"**



MONOGRAFIA:

TIPOS DE MICROSCOPIOS

REALIZADO POR:

MARIA ELENA HUAMANI AYMARA

CURSO:

MICROBIOLOGÍA

AREQUIPA, SEPTIEMBRE DE 2023

RESUMEN

Los microscopios ópticos son instrumentos útiles que se integran en la ciencia básica, en la investigación, industria química, fabricación de alimentos, medicina, etc. Estos microscopios básicamente se usan para ver objetos muy pequeños, como microbios, hongos, bacterias, etc., ya que no son visibles a simple vista. El principio básico de los microscopios ópticos es la utilización de lentes y un gran aumento de la magnificación de los objetos.

Aunque existen diferentes tipos de microscopios, los microscopios ópticos se consideran los más comunes y versátiles; muchas compañías los tienen a la venta a precios muy variados. A continuación, se describen los tipos de microscopios ópticos más utilizados, tales como el microscopio compuesto, el de luz polarizada, el de fluorescencia, el electrónico y el de fuerzas atómicas. Conocer estos tipos de microscopios puede ser de gran ayuda al momento de decidir su uso.

Si bien la mayoría de las personas imaginan el modelo compuesto cuando piensan en microscopios, en realidad hay muchos tipos de microscopios disponibles. Estos útiles dispositivos son empleados a diario por investigadores, técnicos médicos y estudiantes; el tipo que seleccionan depende de sus recursos y necesidades. Algunos microscopios proporcionan una mayor resolución con menor aumento y viceversa, y su costo oscila entre decenas y miles de dólares.

Tipos de microscopio

Microscopio simple

Microscopio compuesto

Microscopio estéreo

Microscopio confocal

Microscopio electrónico de barrido (SEM)

Microscopio electrónico de transmisión (TEM)

INDICE	
RESUMEN	2
EL MICROSCOPIO	4
PRIMER MICROSCOPIO	4
EVOLUCIÓN DEL MICROSCOPIO	4
PARTES QUE COMPONEN EL MICROSCOPIO	5
REFRACCIÓN Y REFLEXIÓN DEL MICROSCOPIO	6
MICROSCOPIO DE FLUORESCENCIA	7
REQUERIMIENTOS PARA EL MICROSCOPIO DE FLUORESCENCIA.....	10
APLICACIONES DEL MICROSCOPIO DE FLUORESCENCIA.....	11
MICROSCOPIO DE CAMPO OSCURO	11
APLICACIONES DEL MICROSCOPIO DE CAMPO OSCURO.....	12
MICROSCOPIA ELECTRÓNICA	13
CONFORMACIÓN DEL MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE TRANSMISIÓN:	13
PREPARACIÓN DE LOS ESPECÍMENES, CONTRASTE Y APLICACIONES.....	14
Microscopía electrónica de transmisión.....	14
ALGUNAS APLICACIONES DEL MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE TRANSMISIÓN:.....	15
MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO.....	16
ALGUNAS APLICACIONES DEL MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO: 16	
OTROS TIPOS DE MICROSCOPIOS	17
MICROSCOPIOS DE BARRIDO CON SONDAS	17
MICROSCOPIO DE EFECTO TÚNEL.....	17
MICROSCOPIOS DE FUERZA ATÓMICA	18
MICROSCOPIOS VIRTUALES.....	19
CONCLUSIONES	21
BIBLIOGRAFIA	22

EL MICROSCOPIO

El microscopio es una herramienta que permite observar objetos y elementos demasiado pequeños para ser captados a simple vista. Su nombre proviene del griego “micrós” (diminuto) y “scopéo” (mirar), y emplea el principio de la refracción y reflexión de la luz para generar un aumento controlado de la imagen de la materia.

El microscopio fue inventado en el siglo XVI a través de un sistema óptico de lentes de aumento, que se ha ido perfeccionando hasta nuestros días, en que existen variantes electrónicas tan potentes que permiten vislumbrar los objetos más diminutos.

Este instrumento permitió la comprensión profunda de la vida microscópica y por lo tanto cambió el entendimiento de la vida en su totalidad, convirtiéndose así en una herramienta indispensable para la medicina, la biología y la farmacología moderna.

PRIMER MICROSCOPIO

El primer microscopio conocido fue fabricado por Zacharias Janssen en 1590, quien también participó en la invención del telescopio. Sin embargo, existen muchos puntos de desencuentro respecto al tema, ya que Janssen fue también un conocido falsificador.

En todo caso, la aparición de este instrumento permitió la revelación de las dinámicas microscópicas del cuerpo humano y la observación por primera vez de una célula viva en 1665.

EVOLUCIÓN DEL MICROSCOPIO



El microscopio electrónico facilita la visión de estructuras en el interior de las células.

Se dice que hacia 1930 ya los microscopios ópticos compuestos habían alcanzado el tope de sus capacidades, que rondaban los aumentos de 500X y 1000X.

Sin embargo, en los años siguientes se inventó el microscopio electrónico, que permite alcanzar los aumentos de 100.000X, útiles para observar las estructuras en el interior de las células vivas. Aún hoy se siguen estudiando variantes más y más potentes del instrumento.

PARTES QUE COMPONEN EL MICROSCOPIO



El iluminador brinda la luz necesaria para observar la materia.

Los microscopios de luz convencionales (simples y compuestos), poseen las siguientes partes:

Brazo. El soporte físico que une la base del microscopio con los lentes y el visor óptico. También se le llama columna.

Base. La parte inferior del microscopio, en donde se apoya el instrumento y que puede contener la fuente de iluminación (si está incorporada). También se le dice pie.

Oculares. Se llama así a las lentes a través de las cuales miramos y recibimos la imagen ampliada.

Iluminador. Aparato incorporado o no al microscopio, que brinda la luz necesaria para observar la materia. En los microscopios más básicos debe proveerse una fuente de luz externa.

Tabla. Plataforma en que se ubica el espécimen o la sustancia que se desea observar ampliada. Posee clips para sujetarla y evitar movimiento.

Tambor o revólver. Parte del microscopio con los distintos lentes ópticos (objetivos), que suelen rotar para variar el aumento.

Objetivos. Se llama así a los distintos lentes ópticos de un microscopio, que ofrecen distintas medidas de aumento y que suelen ser intercambiables entre sí.

Condensadores. Lentes que enfocan el rayo de luz sobre el material observado.

Tornillos macrométricos y micrométricos. Modulan la distancia entre los lentes y la materia observada, para permitir un enfoque mayor o menor de acuerdo al ojo del observador.

REFRACCIÓN Y REFLEXIÓN DEL MICROSCOPIO



La reflexión permite manipular los haces de luz para concentrarlos en el objeto.

Refracción. Uno de los dos principios fundamentales de todo microscopio es la refracción de la luz, el cual plantea la desviación de los haces luminosos cuando atraviesan un medio determinado hacia otro. Calculada para obtener un efecto específico mediante la serie de lentes del microscopio, este fenómeno permite el agrandamiento de la imagen hasta varias veces su tamaño real.

Reflexión. Semejante al caso anterior, el principio de reflexión de la luz es aquel que permite prever el comportamiento de la luz al incidir sobre un cuerpo cuya superficie la rechace. Es el principio que opera en los espejos y permite, en el microscopio, manipular los haces de luz para concentrarlos en el objeto a observar a trasluz.



MICROSCOPIO DE FLUORESCENCIA

Este microscopio hace uso de la fluorescencia y se convierte en una herramienta de inestimable valor para la investigación científica, ya que permite alcanzar altos niveles de sensibilidad y resolución microscópica, permitiendo una apreciación diferente de la información que se puede obtener de los especímenes y que generalmente pasa desapercibida.

La fluorescencia es un fenómeno de luminiscencia que fue observado inicialmente por Sir George Stokes en el año 1852, para luego ser explicada físicamente en el año 1935 por Alexander Jablonski (107). Es la propiedad que tienen ciertos elementos químicos denominados fluoróforos o fluorocromos de emitir luz visible cuando sobre ellos incide una radiación intensa; en otras palabras, absorben una luz de una longitud de onda determinada (por ejemplo

luz ultravioleta o luz monocromática azul) y luego emiten otra luz de una mayor longitud de onda (de un determinado color, verde, rojo, amarillo). Es un fenómeno de luminiscencia de vida corta, emitida simultáneamente con la excitación.

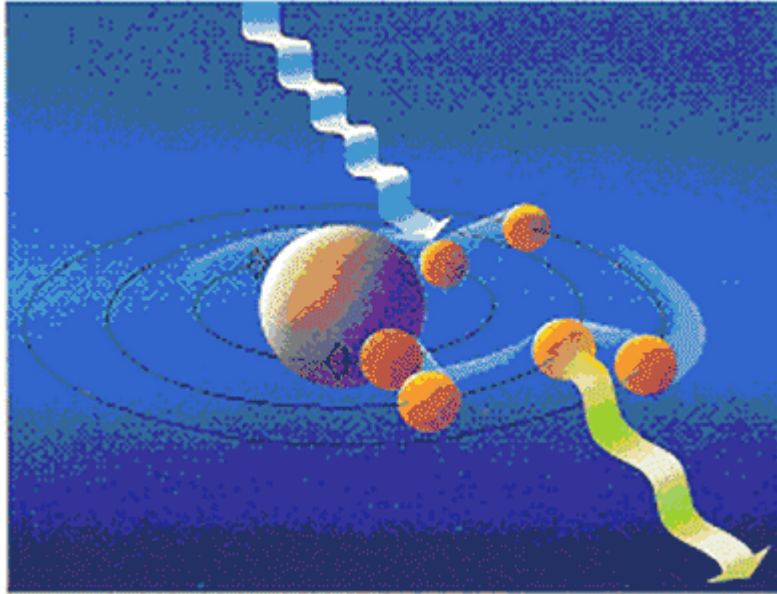


Figura 1. Imagen que muestra el principio de la fluorescencia. Arriba se observa el rayo incidente (color azul claro) de una determinada longitud de onda, el cual es absorbido por las partículas fluorescentes (esferas naranjas) que responden emitiendo otra luz, en este caso de color verde que exhibe una longitud de onda mayor que la de la luz incidente. Tomado de Fluorescencia y fluorocromos (108).

Los términos de fluorocromo y fluoróforo definen los siguientes conceptos:

- **Fluorocromo:** Marcador colorante fluorescente empleado en investigación para crear contraste en zonas determinadas de los especímenes.
- **Fluoróforo:** Parte de una molécula (fluorocromo, proteína) que le imparte la propiedad de fluorescencia.

Existen numerosos tipos de fluorocromos y cada uno de ellos tiene su espectro de absorción y de emisión específico que depende de la composición y estructura de la molécula fluorescente.

Fluorocromo	Longitud de onda de absorción (nm)	Longitud de onda de emisión (nm)
Cascade blue	374-403	422-430
Fluoresceína (FITC)	494	520
Rodamina (TRITC)	540	570
Naranja de acridina	460-502	526-650
Yoduro de propidio	536	617

Tabla 1. Algunos de los principales fluorocromos empleados en inmunofluorescencia y sus respectivos espectros de absorción y emisión en valores aproximados. Modificado de Costa J. 2004 (109).

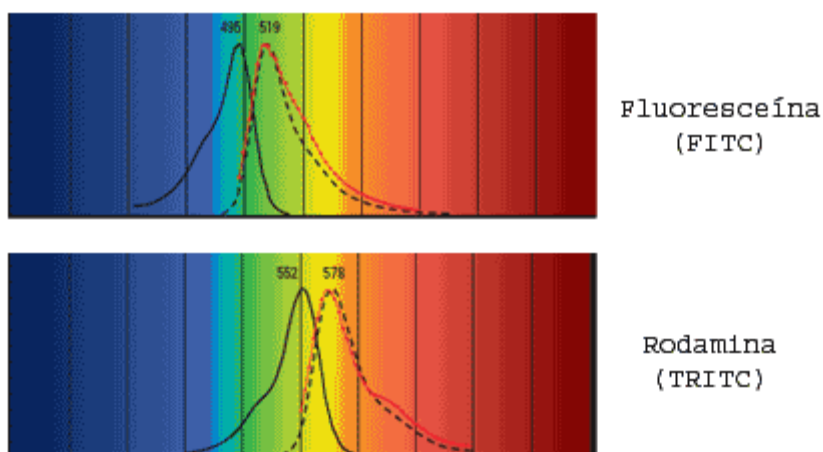


Figura 2. Espectro de excitación y de emisión de dos fluorocromos de uso común. La línea negra continua representa el espectro de excitación, la línea negra punteada muestra el espectro de emisión. La fluoresceína al ser excitada por una luz de longitud de onda de aproximadamente 495 nm (azul) emite una luz de color verde cuya longitud de onda está alrededor de 519 nm.

REQUERIMIENTOS PARA EL MICROSCOPIO DE FLUORESCENCIA

- **Fuente de luz:** Se necesita una intensa fuente de luz para excitar la fluorescencia en el espectro específico de cada fluorocromo. Hay que tomar en cuenta que la fluorescencia es pasajera y la iluminación produce un efecto de fotoblanqueo en el fluorocromo; además, las células vivas pueden ser dañadas por la intensa radiación. La luz debe ser de una longitud de onda corta. Se emplean lámparas de mercurio a alta presión que funcionan de un modo diferente a las lámparas de filamentos incandescentes. También se utiliza luz ultravioleta y rayos laser. Muchos modelos funcionan con epi-iluminación.
- **Filtros:** Son los que permiten el paso de luz de una determinada longitud de onda, la del rango y color necesario para excitar al fluorocromo y bloquean las longitudes no deseadas. Una vez filtrada, la luz incide sobre el espécimen por reflexión de un espejo dicroico (epi-iluminación) y es nuevamente filtrada para poder ser observada.
- **Objetivos:** Deben tener gran capacidad para transmitir la luz y proveer una imagen de alta calidad. De igual manera deben poseer una gran apertura numérica.

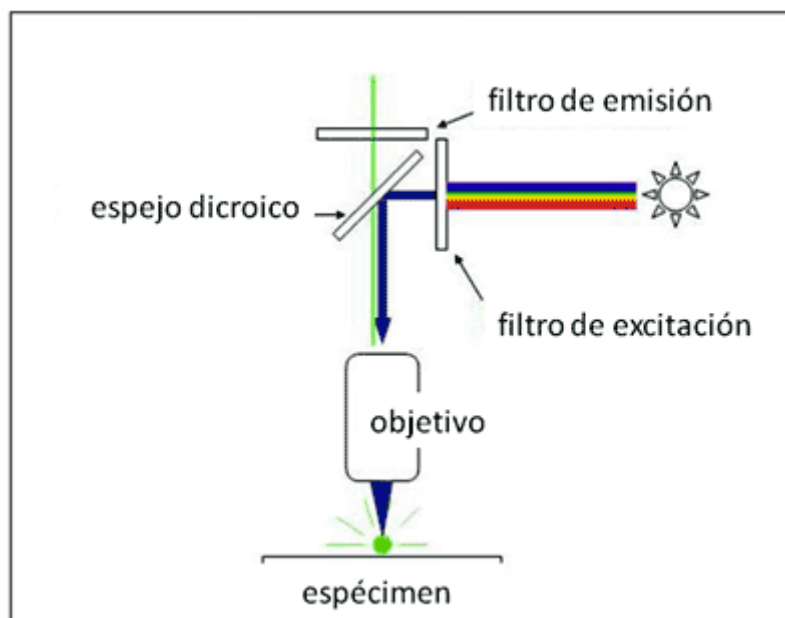


Figura 3. Esquema básico de la iluminación en el microscopio de fluorescencia. La luz blanca emitida por la fuente de luz es filtrada dejando pasar por ejemplo, solo la luz azul. El espejo dicroico refleja la luz de cierta longitud de onda (en

este caso azul) pero deja pasar otras. Filtra la luz azul que excita al fluorocromo (fluoresceína) pero, por el contrario, deja pasar la luz verde emitida.

APLICACIONES DEL MICROSCOPIO DE FLUORESCENCIA

Son numerosas las aplicaciones de la microscopía de fluorescencia, notablemente en biología y medicina:

- Marcaje de moléculas en células y tejidos para su caracterización e identificación.
- Estudio de células normales y patológicas.
- Estudios inmunológicos.
- Mineralogía.

MICROSCOPIO DE CAMPO OSCURO

De manera similar a un cielo nocturno en el cual brillan las estrellas o al iluminar con una linterna un cuarto oscuro y las partículas de polvo flotantes en el aire se tornan visibles porque reflejan o difractan la luz, los especímenes observados al microscopio de campo oscuro se ven blancos y brillantes sobre un fondo oscuro (negro).

La iluminación de campo oscuro se puede realizar tanto mediante luz transmitida (trans-iluminación) como con luz incidente (epi-iluminación). En el primer caso, para lograr el efecto se requiere bloquear la parte central del rayo de luz que normalmente pasa a través y alrededor del espécimen, de tal manera que sólo sea iluminado por rayos oblicuos. La manera más fácil y económica de lograrlo consiste en colocar un filtro circular opaco (por ejemplo círculos de cartulina negra o una moneda adherida a un círculo de vidrio o plástico transparente) bajo el condensador de un microscopio compuesto ordinario. Esta maniobra funciona bien con objetivos de 10x-40x; el diámetro del círculo opaco debe ser de aproximadamente 16-18mm para un objetivo de 10x cuya apertura numérica sea de 0.25. Para un objetivo de 20x o 40x con una apertura numérica de 0.65, el diámetro del círculo opaco debe oscilar entre 20-24mm. Para la iluminación con luz incidente o iluminación oblicua se emplea un filtro en forma de luna en cuarto decreciente (en forma de C), obteniéndose una interesante imagen con relieve.

El método más apropiado consiste en el empleo de un condensador característico que además mejora la resolución. Con este dispositivo se forma un cono hueco de luz (cuyo centro es oscuro) que incide lateralmente sobre la muestra y sólo los rayos que son difractados o reflejados por las estructuras penetran en el lente objetivo y la célula aparece como un objeto luminoso sobre un fondo oscuro.

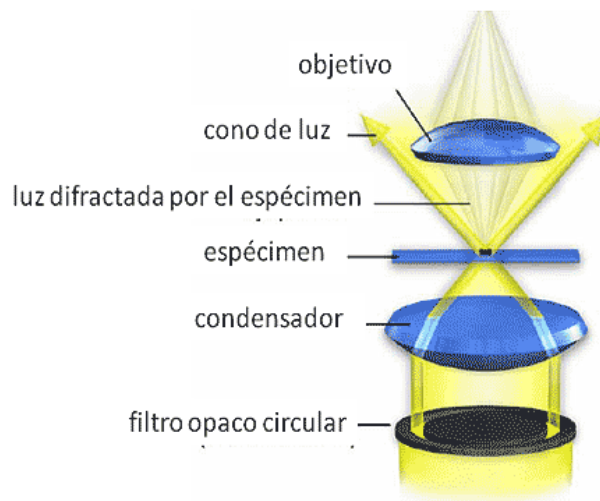


Figura 4. Configuración esquemática del principio de iluminación de campo oscuro (luz transmitida). El filtro opaco es de forma circular y forma un cono de luz vacío que incide sobre el espécimen en forma oblicua y los rayos refractados, difractados y reflejados por el espécimen penetran en el sistema óptico del microscopio para formar la imagen. Modificado de Davison M, Abramowitz M. Optical Microscopy. Olympus Microscopy Resource Center (15).

APLICACIONES DEL MICROSCOPIO DE CAMPO OSCURO

Aplicaciones del microscopio de campo oscuro (15, 96, 97):

- Estudio de especímenes de tamaño pequeño no coloreados, tales como microorganismos acuáticos, ovocitos, células en cultivo (cuyos índices de refracción oscilan en un rango de 1.2 a 1.4 y no hay una diferencia notable con el índice de refracción de 1.3 de la solución acuosa en la cual se encuentran).

- Observación de células móviles, como el *Treponema pallidum*, una espiroqueta causante de la sífilis, la cual con la microscopía óptica ordinaria es muy difícil de visualizar.
- Estudio de procesos fisiológicos como mitosis y migración celular.

MICROSCOPIA ELECTRÓNICA

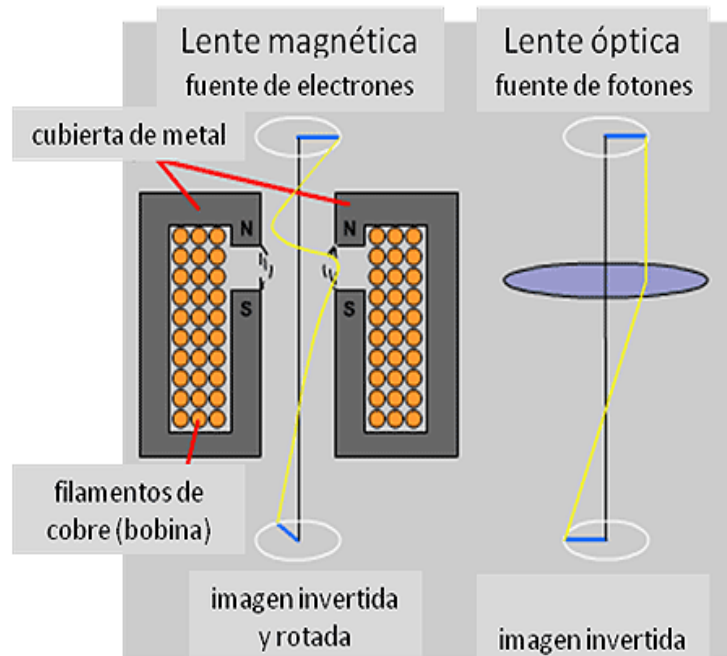
El principio de la microscopía electrónica es muy similar al de la microscopía de luz y se han desarrollado dos principales técnicas:

1. Microscopía electrónica de transmisión: Se observa a través del espécimen (trans- iluminación). El espécimen se corta en láminas ultrafinas (en el orden de nanómetros) que se colocan en una rejilla de cobre, la cual es bombardeada con un haz de electrones enfocado. Una silueta del espécimen se proyecta en una pantalla fluorescente o placa fotográfica situada por debajo del mismo. La resolución puede ser de 0,2nm.

2. Microscopía electrónica de barrido: Se observa la superficie de un espécimen sólido (epi-iluminación). Se puede lograr una resolución de 10nm y un aumento hasta de 20.000x. Se producen imágenes muy interesantes en 3D (tridimensionales) gracias a una mayor profundidad de campo. Se escanea la superficie del espécimen con un haz de electrones (primarios) y los electrones que rebotan (secundarios) son recogidos por un detector. La señal se observa en un monitor de televisión. Los átomos del espécimen producen rayos X que también son detectados.

CONFORMACIÓN DEL MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE TRANSMISIÓN:

- Una cámara al vacío, el cual es generado por una bomba.
- Una columna donde se genera y viaja el haz de electrones.
- Un sistema óptico que forma una imagen en una pantalla fluorescente o en una placa fotográfica.
- Circuito electrónico estabilizador de voltaje.



PREPARACIÓN DE LOS ESPECÍMENES, CONTRASTE Y APLICACIONES

Microscopía electrónica de transmisión

La resolución que se puede lograr con el microscopio electrónico depende del espesor del corte del tejido y de factores que determinen el contraste. Si el corte es grueso se enmascaran los detalles finos, los cuales se hacen cada vez más imperceptibles y oscuros debido a la superposición de elementos que se presentan en los diversos planos de profundidad. De allí que es imperativo el empleo de cortes ultrafinos.

De manera resumida, los pasos necesarios en el procesamiento del tejido antes de ser observado al microscopio electrónico de transmisión son los siguientes:

1. Fijación: El tejido debe ser fijado, endurecido y preservado con tetraóxido de osmio (OsO_4) y glutaraldehído, con un cuidadoso manejo del pH (con cacodilato de sodio), para mantener las membranas y las proteínas celulares en una malla tridimensional resistente. Los aldehídos crean puentes cruzados entre sí y

enlaces covalentes con los grupos amino que estén libres en las proteínas. De esta manera se previene la degradación oxidativa por la muerte del espécimen.

2. Contraste: Las organelas y estructuras de interés deben ser electrón-densas y contrastar con el fondo (background). La electrondensidad se incrementa con el número atómico de los elementos y solo átomos pesados crean contraste. Se contrasta con tetraóxido de osmio, acetato de uranilo o citrato de plomo.

3. Deshidratación: El espécimen va a estar en el vacío y no puede contener agua, pues esta se evaporará y dispersará los electrones. El agua se elimina mediante alcoholes en grado creciente de concentración.

4. Inclusión: El espécimen deshidratado se coloca en óxido de propileno y resinas epóxicas o acrílicas, las cuales se endurecen y forman un bloque sólido de plástico muy duro.

5. Corte: Se emplea un ultramicrotomo que permite rebanar el tejido en cortes ultrafinos con una cuchilla de diamante, logrando cortes del orden de los 100 nm. Los electrones tienen un bajo poder de penetración y no es conveniente usar cortes gruesos.

ALGUNAS APLICACIONES DEL MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE TRANSMISIÓN:

- Estudios de ultraestructura de tejidos vegetales, animales y humanos.
- Realización de estudios de histoquímica e inmuno histoquímica para identificar compuestos específicos.
- Reconocimiento de virus y sus características ultraestructurales.
- Estudios de citoquímica.
- Estudios de estructuras moleculares.
- Determinación de estructura cristalina en minerales, metales y otros materiales.
- Estudio de fases y zonas cristalinas en polímeros.
- Determinación del tamaño de partículas.
- Cambios estructurales de materiales sometidos a diferentes tratamientos.

MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO

La preparación de los especímenes difiere un poco de la preparación para el microscopio electrónico de transmisión, pues el microscopio electrónico de barrido muestra imágenes en tres dimensiones (3D) en aumentos de hasta 20.000x y una resolución que puede llegar a los 5nm.

1. Fijación: Según métodos estándar de fijación.

2. Deshidratación: Mediante varios métodos, pero uno de los más utilizados es el de deshidratación por punto crítico en CO₂, en el cual el agua pasa rápidamente de estado líquido a vapor sin ebullición. La deshidratación por alcohol produce artificios en el espécimen y no es utilizada.

3. Corte: Algunos especímenes no ameritan ser rebanados, pues se observará la superficie del mismo.

4. Contraste: El espécimen deshidratado es revestido por una capa de grafito o de oro.

5. Observación y toma de microfotografías.

ALGUNAS APLICACIONES DEL MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO:

- Morfología de células y tejidos animales, humanos o vegetales.
- Morfología interna de células y tejidos.
- Morfología superficial de minerales.
- Formas de cristalización de minerales.
- Cambios morfológicos de materiales sometidos a tratamientos químicos.
- Estudio de moléculas.
- Reconocimiento de fósiles

OTROS TIPOS DE MICROSCOPIOS

Además de los tipos de microscopios mencionados anteriormente, se describen a continuación otros microscopios con aplicaciones muy concretas y de uso más especializado:

MICROSCOPIOS DE BARRIDO CON SONDAS

También denominados de sonda de barrido (scanning probe microscopes): Son instrumentos primordiales en la nanociencia. Se constituyen básicamente de una plataforma y una sonda o aguja fina que recorre la superficie de la muestra con gran precisión (escaneo o barrido). Este filamento se coloca muy cerca (a 1 nm) del objeto a estudiar, generando una corriente eléctrica y se desplaza por la superficie, captando electrones que se escapan en lo que se llama efecto túnel. Los electrones saltan de la punta a la muestra y viceversa. La corriente del efecto túnel varía dependiendo de la distancia entre la sonda y la muestra. De esta manera se reproduce la topografía o relieve de la muestra con una alta resolución y mediante programas informáticos, la imagen es traducida por la computadora, pudiéndose distinguir un átomo de otro y se genera una imagen en tres dimensiones.

Dependiendo del tipo de sonda se puede obtener información sobre las propiedades químicas, eléctricas, mecánicas o físicas de las microestructuras o nanos materiales. Como aplicaciones en biotecnología se realiza el estudio genético de moléculas de ADN, ARN y la manipulación y desplazamiento de átomos para ser colocados donde se requiera. Estos microscopios deben estar colocados sobre un sistema anti-vibración y van acoplados a una computadora.

MICROSCOPIO DE EFECTO TÚNEL

Creado por Binnig y Rohrer en el año 1981, por lo que fueron laureados con el Premio Nobel en 1986 por este descubrimiento. Es el prototipo inicial de esta generación de microscopios. Los materiales deben ser conductores o semi-conductores.

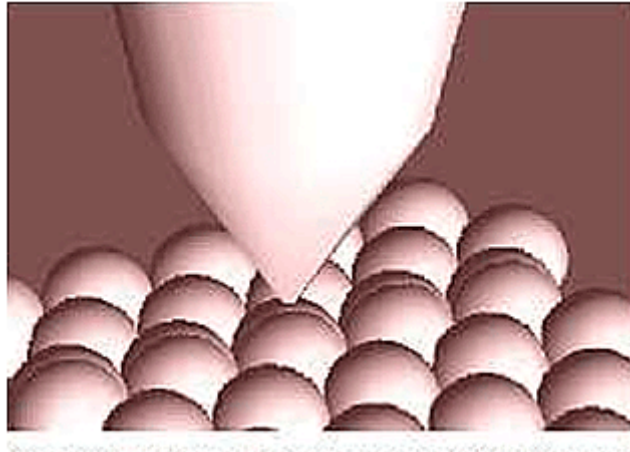


Figura 5. Imagen que muestra la sonda (punta de la aguja) situada a una distancia muy corta de la superficie de la muestra. Tomado de Microscopios de barrido con sondas. Nanoquímica.

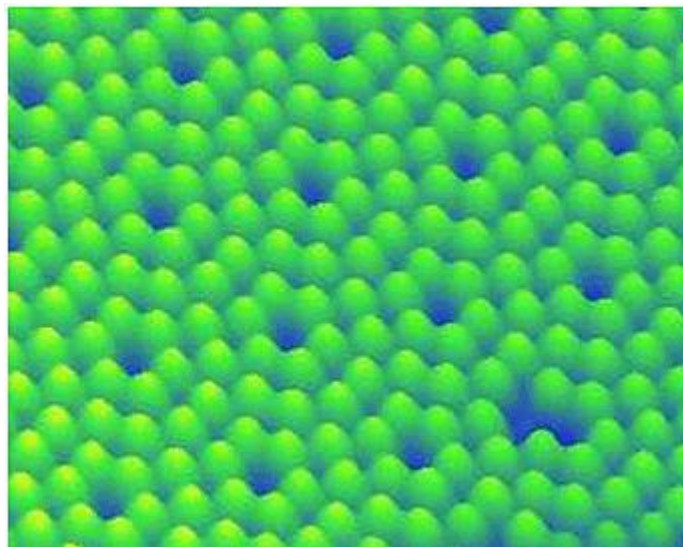


Figura 6. Micrografía de la superficie de un cristal en el cual se aprecian los átomos de silicio, mediante la técnica de microscopio de efecto túnel. Tomado de Díaz C. Página de electrónica. Átomo.

MICROSCOPIOS DE FUERZA ATÓMICA

Es un instrumento mecano-óptico similar al microscopio de efecto túnel, pero también se emplea en materiales no conductores, como las muestras biológicas. La sonda es una aguja un tanto más fina, de escasos micrómetros de largo y de unos 10nm de diámetro, la cual se dobla al desplazarse sobre la muestra,

detectando de esta manera las irregularidades en la superficie, “palpando la muestra” y por ende su forma. Se captura la información proveniente de la fuerza magnética de superficie de la muestra lográndose ver moléculas muy pequeñas y átomos. Este microscopio tiene muchas aplicaciones en biología .



Figura 7. Microscopio de fuerza atómica. Tomado de Nano y micro-partículas en materiales multicomponentes.

MICROSCOPIOS VIRTUALES

Se llama así a una técnica novedosa de análisis de zonas de datos de una muestra citológica o histológica (células y tejidos), mediante un sistema informático que reproduce la información capturada en un entorno simulado.

Esta técnica se encuentra en desarrollo en tiempos actuales, ya que permitiría la integración plena de sistemas informáticos a la investigación científica o su

transmisión a lo largo de grandes distancias y en tiempo real, aprovechando las nuevas tecnologías inspiradas en Internet.

Esto supone, además, un paso hacia la automatización de ciertos procesos de análisis científico que podrían prescindir de la intervención constante del hombre, como los exámenes histológicos o de muestras sanguíneas.

CONCLUSIONES

El microscopio es sin duda una herramienta muy importante para los seres humanos ya que con él podemos observar microorganismos que con otro objeto no podrían ser visibles.

El microscopio es una herramienta muy factible ya que ayuda a la medicina y su evolución lo hace aún más satisfactorio para la investigación de determinadas bacterias, virus etc.

En la antigüedad, el microscopio fue importante ya que con él se analizaron microorganismos, por tanto, descubrieron lo que provocaban a las enfermedades. También porque gracias a él, se pueden hacer análisis clínicos.

El microscopio es una herramienta esencial en la exploración de la vida y el mundo que nos rodea. Desde la observación de células y microorganismos hasta la investigación de materiales y estructuras, el microscopio ha sido un instrumento clave en el avance del conocimiento científico.

BIBLIOGRAFIA

Fuente: <https://humanidades.com/microscopio/#ixzz8EQkSNf2i>

http://www.medic.ula.ve/histologia/anexos/microscopweb/MONOWEB/capitulo6_5.htm

http://www.medic.ula.ve/histologia/anexos/microscopweb/MONOWEB/capitulo6_8.htm

http://www.medic.ula.ve/histologia/anexos/microscopweb/MONOWEB/capitulo5_2.htm

http://www.medic.ula.ve/histologia/anexos/microscopweb/MONOWEB/capitulo6_1.htm