

-OJO-

El ojo es el órgano de la visión en los seres humanos y en los animales. Los ojos de las diferentes especies varían desde las estructuras más simples, capaces de diferenciar sólo entre la luz y la oscuridad, hasta los órganos complejos que presentan los seres humanos y otros mamíferos, que pueden distinguir variaciones muy pequeñas de forma, color, luminosidad y distancia. En realidad, el órgano que efectúa el proceso de la visión es el cerebro; la función del ojo es traducir las vibraciones electromagnéticas de la luz en un determinado tipo de impulsos nerviosos que se transmiten al cerebro.

El ojo humano

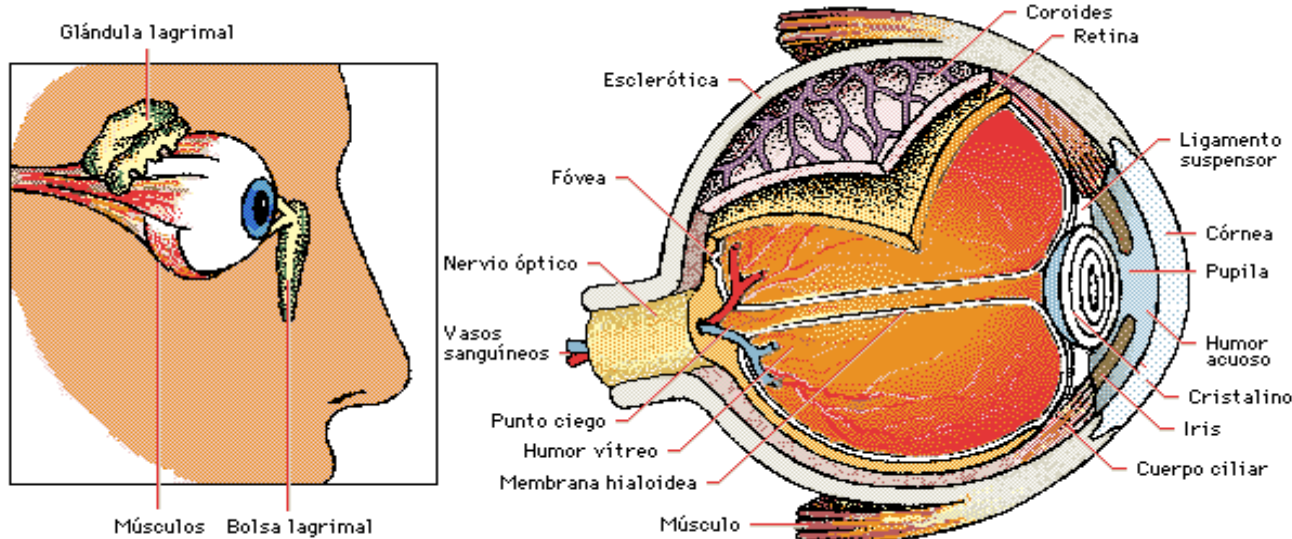
El ojo en su conjunto, llamado globo ocular, es una estructura esférica de aproximadamente 2,5 cm de diámetro con un marcado abombamiento sobre su superficie delantera. La parte exterior, o la cubierta, se compone de tres capas de tejido: la capa más externa o esclerótica tiene una función protectora, cubre unos cinco sextos de la superficie ocular y se prolonga en la parte anterior con la córnea transparente; la capa media o úvea tiene a su vez tres partes diferenciadas: la coroides muy vascularizada, reviste las tres quintas partes posteriores del globo ocular continúa con el cuerpo ciliar, formado por los procesos ciliares, y a continuación el iris, que se extiende por la parte frontal del ojo. La capa más interna es la retina, sensible a la luz.

La córnea es una membrana resistente, compuesta por cinco capas, a través de la cual la luz penetra en el interior del ojo. Por detrás, hay una cámara llena de un fluido claro y húmedo (el humor acuoso) que separa la córnea de la lente del cristalino. En sí misma, la lente es una esfera aplanada constituida por un gran número de fibras transparentes dispuestas en capas. Está conectada con el músculo ciliar, que tiene forma de anillo y la rodea mediante unos ligamentos. El músculo ciliar y los tejidos circundantes forman el cuerpo ciliar y esta estructura aplanada o redondea la lente, cambiando su longitud focal.

El iris es una estructura pigmentada suspendida entre la córnea y el cristalino y tiene una abertura circular en el centro, la pupila. El tamaño de la pupila depende de un músculo que rodea sus bordes, aumentando o disminuyendo cuando se contrae o se relaja, controlando la cantidad de luz que entra en el ojo.

Por detrás de la lente, el cuerpo principal del ojo está lleno de una sustancia transparente y gelatinosa (el humor vítreo) encerrado en un saco delgado que recibe el nombre de membrana hialoidea. La presión del humor vítreo mantiene distendido el globo ocular.

La retina es una capa compleja compuesta sobre todo por células nerviosas. Las células receptoras sensibles a la luz se encuentran en su superficie exterior detrás de una capa de tejido pigmentado. Estas células tienen la forma de conos y bastones y están ordenadas como los fósforos de una caja. Situada detrás de la pupila, la retina tiene una pequeña mancha de color amarillo, llamada mácula lútea; en su centro se encuentra la fovea central, la zona del ojo con mayor agudeza visual. La capa sensorial de la fovea se compone sólo de células con forma de conos, mientras que en torno a ella también se encuentran células con forma de bastones. Según nos alejamos del área sensible, las células con forma de cono se vuelven más escasas y en los bordes exteriores de la retina sólo existen las células con forma de bastones.



© Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

El nervio óptico entra en el globo ocular por debajo y algo inclinado hacia el lado interno de la fóvea central, originando en la retina una pequeña mancha redondeada llamada disco óptico. Esta estructura forma el punto ciego del ojo, ya que carece de células sensibles a la luz.

Funcionamiento del ojo

En general, los ojos de los animales funcionan como unas cámaras fotográficas sencillas. La lente del cristalino forma en la retina una imagen invertida de los objetos que enfoca y la retina se corresponde con la película sensible a la luz.

Como ya se ha dicho, el enfoque del ojo se lleva a cabo debido a que la lente del cristalino se aplanan o redondea; este proceso se llama acomodación. En un ojo normal no es necesaria la acomodación para ver los objetos distantes, pues se enfocan en la retina cuando la lente está aplanada gracias al ligamento suspensorio. Para ver los objetos más cercanos, el músculo ciliar se contrae y por relajación del ligamento suspensorio, la lente se redondea de forma progresiva. Un niño puede ver con claridad a una distancia tan corta como 6,3 cm. Al aumentar la edad del individuo, las lentes se van endureciendo poco a poco y la visión cercana disminuye hasta unos límites de unos 15 cm a los 30 años y 40 cm a los 50 años. En los últimos años de vida, la mayoría de los seres humanos pierden la capacidad de acomodar sus ojos a las distancias cortas. Esta condición, llamada presbiopía, se puede corregir utilizando unas lentes convexas especiales.

Las diferencias de tamaño relativo de las estructuras del ojo originan los defectos de la hipermetropía o presbicia y la miopía o cortedad de vista. Véase Gafas; Visión.

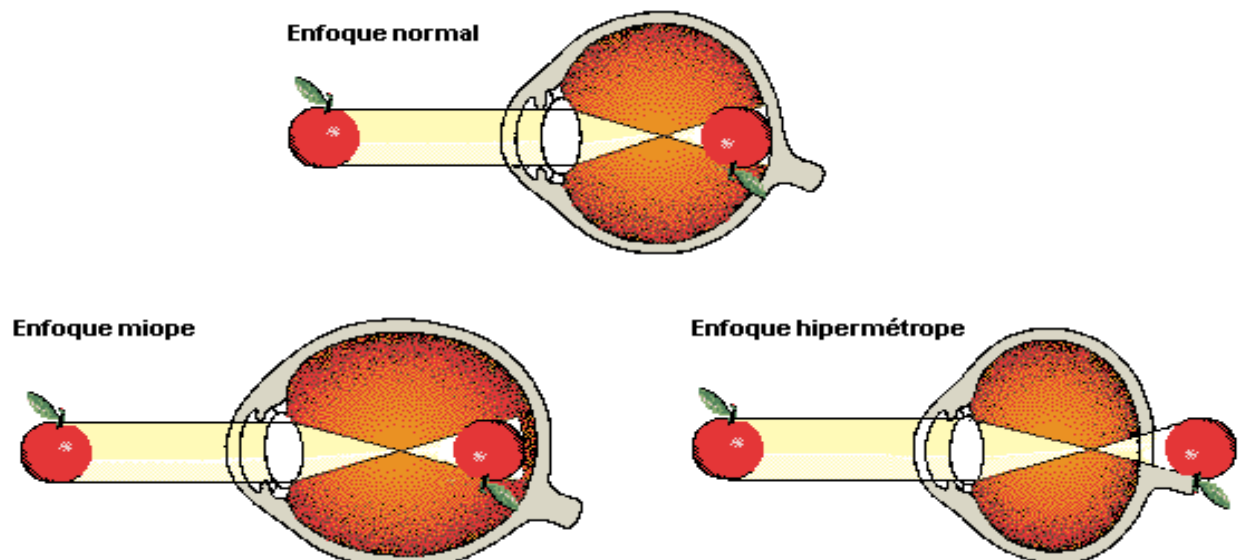
Debido a la estructura nerviosa de la retina, los ojos ven con una claridad mayor sólo en la región de la fóvea. Las células con forma de conos están conectadas de forma individual con otras fibras nerviosas, de modo que los estímulos que llegan a cada una de ellas se reproducen y permiten distinguir los pequeños detalles. Por otro lado, las células con forma de bastones se conectan en grupo y responden a los estímulos que alcanzan un área general (es decir, los estímulos luminosos), pero no tienen capacidad para separar los pequeños detalles de la imagen visual. La diferente localización y estructura de estas células conducen a la división del campo visual del ojo en una pequeña región central de gran agudeza y en las zonas que la rodean, de menor agudeza y con una gran sensibilidad a la luz. Así, durante la noche, los objetos confusos se pueden ver por la parte periférica de la retina cuando son invisibles para la fóvea central.

El mecanismo de la visión nocturna implica la sensibilización de las células en forma de bastones gracias a un

pigmento, la púrpura visual o rodopsina, sintetizado en su interior. Para la producción de este pigmento es necesaria la vitamina A y su deficiencia conduce a la ceguera nocturna. La rodopsina se blanquea por la acción de la luz y los bastones deben reconstituirla en la oscuridad, de ahí que una persona que entra en una habitación oscura procedente del exterior con luz del sol, no pueda ver hasta que el pigmento no empieza a formarse; cuando los ojos son sensibles a unos niveles bajos de iluminación, quiere decir que se han adaptado a la oscuridad.

En la capa externa de la retina está presente un pigmento marrón o pardusco que sirve para proteger las células con forma de conos de la sobre exposición a la luz. Cuando la luz intensa alcanza la retina, los gránulos de este pigmento emigran a los espacios que circundan a estas células, revistiéndolas y ocultándolas. De este modo, los ojos se adaptan a la luz.

Nadie es consciente de las diferentes zonas en las que se divide su campo visual. Esto es debido a que los ojos están en constante movimiento y la retina se excita en una u otra parte, según la atención se desvía de un objeto a otro. Los movimientos del globo ocular hacia la derecha, izquierda, arriba, abajo y a los lados se llevan a cabo por los seis músculos oculares y son muy precisos. Se ha estimado que los ojos pueden moverse para enfocar en, al menos, cien mil puntos distintos del campo visual. Los músculos de los dos ojos funcionan de forma simultánea, por lo que también desempeñan la importante función de converger su enfoque en un punto para que las imágenes de ambos coincidan; cuando esta convergencia no existe o es defectuosa se produce la doble visión. El movimiento ocular y la fusión de las imágenes también contribuyen en la estimación visual del tamaño y la distancia.



© Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

Enfermedades del ojo.

Las alteraciones oculares se pueden clasificar según la parte del órgano en la que se produzcan.

La enfermedad más común de los párpados es el orzuelo o la infección de los folículos de las pestañas, que suele estar causada por estafilococos. Los orzuelos internos no se originan en sus bordes, sino en su interior, y son unas infecciones similares de las glándulas de Meibomio. A veces, los abscesos de los párpados son el resultado de heridas penetrantes. En ocasiones, aparecen defectos congénitos de los párpados como la coloboma, o fisura del párpado, y la ptosis o caída del párpado superior. Entre los defectos adquiridos se encuentra el simbléfaron o la adherencia de la superficie interna del párpado al globo ocular, que ocurre como resultado de quemaduras. El entropión, o inversión del interior del párpado hacia la córnea, y el ectropión, o eversión del párpado hacia el exterior, pueden producirse por cicatrices o por contracciones musculares.

espasmódicas debidas a una irritación crónica. Los párpados también padecen diversas enfermedades cutáneas, como el eccema y el acné, y tumores benignos y malignos. Otra enfermedad común del ojo es la infección de la conjuntiva, la membrana mucosa que recubre el interior de los párpados y el exterior del globo ocular. Tracoma.

Las alteraciones de la córnea suelen ser el resultado de una herida y pueden dar lugar a la pérdida de la transparencia y a una visión deteriorada. Sin embargo, también pueden producirse como consecuencia secundaria de una enfermedad; es el caso del edema o hinchazón de la córnea que, a veces, acompaña al glaucoma.

La coroides o capa media del globo ocular contiene la mayoría de los vasos sanguíneos del ojo, por ello es el lugar donde se suelen producir las infecciones bacterianas y las secundarias debidas a intoxicaciones. Entre las primeras destacan las producidas por la bacteria de la tuberculosis y de la sífilis. El cáncer se puede desarrollar en los tejidos coroides o puede ser transportado hasta el ojo desde tumores situados en cualquier otra parte del cuerpo; la retina, que se extiende inmediatamente detrás de la coroides, está también sujeta al mismo tipo de infecciones. La fibroplasia retrolental es una enfermedad de los niños prematuros que origina el desprendimiento de la retina y una ceguera parcial; aunque se desconocen sus causas, esta enfermedad está asociada con anomalías en los vasos sanguíneos. También puede desprenderse la retina después de una intervención quirúrgica de cataratas; a veces, se utilizan los rayos láser para unir de nuevo la retina desprendida en el interior del ojo. Otra enfermedad, llamada degeneración macular, afecta a la mácula lútea y es una causa frecuente de la pérdida de la visión en las personas mayores.

El nervio óptico contiene las fibras nerviosas de la retina que llevan los impulsos nerviosos hasta el cerebro. La arteria y la vena centrales irrigan la retina y el nervio óptico, cuya vaina se comunica con los espacios linfáticos cerebrales. La inflamación de la parte del nervio situada en el interior del ojo se llama neuritis óptica o papilitis, y la que ocurre en la parte que está detrás del ojo, neuritis retrobulbar. Cuando la presión en el cráneo es elevada o se produce un incremento de la presión arterial, como ocurre en los tumores cerebrales, se produce el edema o hinchazón del lugar por donde el nervio óptico entra en el ojo o disco óptico. Esta alteración se denomina papiloedema.

Otras enfermedades muy comunes son:

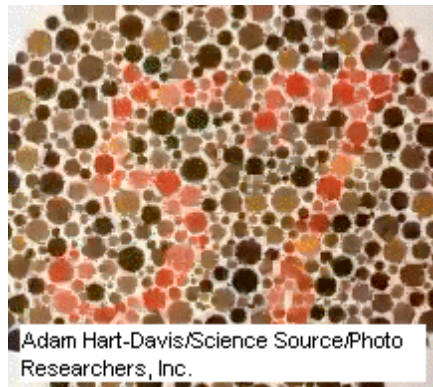
– **Conjuntivitis:** Inflamación de la conjuntiva. Esta es una membrana mucosa que recubre la superficie interna de los párpados y la superficie externa del globo ocular en su cara anterior (excepto en su polo anterior, donde se halla situada la córnea). La causa de la conjuntivitis puede ser una infección, una alergia o un traumatismo. Se caracteriza por enrojecimiento, inflamación, sensación de cuerpo extraño al parpadear y exceso de sensibilidad del ojo a la luz (fotofobia). En los casos graves se produce una exudación mucosa espesa. Si la causa es una infección, se llega a presentar secreción de pus.

Las conjuntivitis infecciosas agudas están causadas por diversas bacteria y virus, y suelen ser epidémicas. En los recién nacidos se produce por contaminación en el canal del parto, habitualmente por gonococos (conjuntivitis gonocócica) o por *Chlamydia trachomatis* (conjuntivitis de inclusión) ambas son enfermedades maternas de transmisión sexual. Otra cepa de *C. trachomatis* transmitida por moscas y mosquitos causa el Tracoma, conjuntivitis crónica típica de África y Asia. Las conjuntivitis gonocócicas y tracomatosis causan ceguera corneal. Las conjuntivitis causadas por exposición excesiva a la luz de la soldadura, a la nieve o a otra fuente de luz ultravioleta se llaman *querato-conjuntivitis*.

La mayoría de las conjuntivitis bacterianas se tratan con éxito con antibióticos locales. En todos los recién nacidos se debe aplicar la profilaxis oftálmica de Cerdé, que consiste en instilar nitrato de plata u otro antiséptico en el ojo para prevenir la conjuntivitis gonocócica. Las conjuntivitis alérgicas se tratan mediante vasoconstrictores o corticoides locales.

– **Daltonismo:** trastorno de la visión, más frecuente en los varones, en el que hay dificultad para diferenciar los colores. Se debe a un defecto en la retina u otras partes nerviosas del ojo. La primera referencia sobre esta condición se debe al químico británico John Dalton, que padecía la enfermedad. Se conoce como *acromatopsia* o *monocromatismo* a la ceguera completa para los colores. Esta enfermedad congénita, en la que todos los matices de color se perciben como variantes de gris, es muy rara, y afecta por igual a ambos sexos. En el *discromatismo*, o ceguera parcial para los colores, hay incapacidad para diferenciar o para percibir el rojo y el verde; con menos frecuencia se confunden el azul y el amarillo. El discromatismo es la forma más frecuente de daltonismo: lo padecen el 7% de los varones y el 1% de las mujeres. Es una alteración que se transmite según un modelo de herencia ligado al sexo. El daltonismo puede aparecer también de manera transitoria tras una enfermedad grave.

La mayor parte de los daltónicos tienen visión normal en lo que respecta a sus demás características. Pueden incluso asociar de una manera aprendida algunos colores con la escala de brillos que producen. Así, muchos daltónicos no son conscientes de su condición. Hay diferentes pruebas para el diagnóstico del daltonismo y de sus diferentes variantes.



– **Tracoma:** infección contagiosa de los ojos producida por el microorganismo *Clamidia Tracomatis*, emparentado con el microorganismo responsable de la psitacosis. La enfermedad se propaga por la picadura de una mosca que alberga al microorganismo. Se desarrollan pústulas duras y gránulos en la cara interna de los párpados y una inflamación de la conjuntiva. Después se lesiona también la córnea. En el norte de África el Tracoma es una de las principales causas de ceguera. Afecta a las poblaciones que viven en condiciones sanitarias precarias.

La enfermedad empieza, tras un periodo de incubación de cinco a seis días, con la irritación de los ojos, seguida de secreción purulenta, inflamación del borde de las pestañas, lagrimea, e hipersensibilidad a la luz. La inflamación se cronifica en las siguientes semanas, se producen ampollas y se lesiona la córnea; ésta es la causa de la ceguera. En las etapas iniciales el Tracoma se puede curar si se administran los antibióticos de amplio espectro adecuados, por vía tópica o en ocasiones por vía oral. En la década de 1950, la Organización Mundial de la Salud (OMS) estableció un programa para erradicar la enfermedad en el mundo.

– **Catarata:** opacidad del cristalino ocular o de su cápsula. Al estar situada detrás de la pupila se distingue fácilmente de la opacidad de la córnea. La catarata puede afectar sólo al cristalino (*catarata lenticular*), a su cápsula anterior o posterior (*catarata capsular*), o a ambos componentes (*catarata capsulolenticular*). La catarata es indolora y no se acompaña de inflamación. Produce ceguera porque impide el paso de la luz, pero el paciente es capaz de distinguir la luz de la oscuridad.

Catarata traumática es la producida por una herida perforante en el cristalino, que se vuelve opaco, y sólo en ocasiones se resuelve el problema de modo espontáneo. La *catarata congénita* se debe a un defecto o a una inflamación durante el desarrollo fetal; el niño nace ciego. La *catarata juvenil* puede ser hereditaria. Tanto en la congénita como en la juvenil el cristalino está blando y blanco. Ambas se tratan mediante perforación con

bisturí en forma de aguja o con rayo láser. El organismo se encarga de eliminar los tejidos anómalos del cristalino.

Catarata senil es la que se produce en pacientes mayores de 50 años. Es la más frecuente y suele ser bilateral. Empieza en forma de aros oscuros que se extienden desde la periferia hacia el centro o en forma de puntos de distribución irregular. Con el paso del tiempo el cristalino se vuelve totalmente opaco. La formación progresiva de la catarata senil incluye una deshidratación continua del núcleo, lo que facilita su separación de la cápsula: en esta fase la catarata está madura para ser intervenida. En fases más avanzadas, el núcleo del cristalino se licúa y la cápsula se engrosa y se hace opaca, siendo los resultados de la operación menos satisfactorios. El único tratamiento efectivo de la catarata senil es su extirpación quirúrgica. Para restaurar la visión, es necesario el uso de gafas o lentillas especiales o la implantación quirúrgica de una lente intraocular.



-MICROSCOPIO-

Cualquiera de los distintos tipos de instrumentos que se utilizan para obtener una imagen aumentada de objetos minúsculos o detalles muy pequeños de los mismos.

Microscopio óptico

El tipo de microscopio más utilizado es el microscopio óptico, que se sirve de la visible para crear una imagen aumentada del objeto. El microscopio óptico más simple es la lente convexa doble con una distancia focal corta. Estas lentes pueden aumentar un objeto hasta 15 veces. Por lo general, se utilizan microscopios compuestos, que disponen de varias lentes con las que se consiguen aumentos mayores. Algunos microscopios ópticos pueden aumentar un objeto por encima de las 2.000 veces.

El microscopio compuesto consiste en dos sistemas de lentes, el objetivo y el ocular, montados en extremos opuestos de un tubo cerrado. El objetivo está compuesto de varias lentes que crean una imagen real aumentada del objeto examinado. Las lentes de los microscopios están dispuestas de forma que el objetivo se encuentre en el punto focal del ocular. Cuando se mira a través del ocular se ve una imagen virtual aumentada de la imagen real. El aumento total del microscopio depende de las distancias focales de los dos sistemas de lentes.

El equipamiento adicional de un microscopio consta de un armazón con un soporte que sostiene el material examinado y de un mecanismo que permite acercar y alejar el tubo para enfocar la muestra. Los especímenes o muestras que se examinan con un microscopio son transparentes y se observan con una luz que los atraviesa; se suelen colocar sobre un rectángulo fino de vidrio. El soporte tiene un orificio por el que pasa la luz. Bajo el soporte se encuentra un espejo que refleja la luz para que atraviese el espécimen. El microscopio puede contar con una fuente de luz eléctrica que dirige la luz a través de la muestra.

Los microscopios que se utilizan en entornos científicos cuentan con varias mejoras que permiten un estudio integral del espécimen. Dado que la imagen de la muestra está ampliada muchas veces e invertida, es difícil moverla de forma manual. Por ello los soportes de los microscopios científicos de alta potencia están

montados en una plataforma que se puede mover con tornillos micrométricos. Algunos microscopios cuentan con soportes giratorios. Todos los microscopios de investigación cuentan con tres o más objetivos montados en un cabezal móvil que permite variar la potencia de aumento.

Microscopios ópticos especiales

Hay diversos microscopios ópticos para funciones especiales. Uno de ellos es el microscopio estereoscópico, que no es sino un par de microscopios de baja potencia colocados de forma que convergen en el espécimen. Estos instrumentos producen una imagen tridimensional.

El microscopio de luz ultravioleta utiliza el rango ultravioleta del espectro luminoso en lugar del rango visible, bien para aumentar la resolución con una longitud de onda menor o para mejorar el detalle absorbiendo selectivamente distintas longitudes de onda de la banda ultravioleta. Dado que el vidrio no transmite las longitudes de onda más cortas de la luz ultravioleta, los elementos ópticos de estos microscopios están hechos con cuarzo, fluorita o sistemas de espejos aluminizados. Además, dado que la radiación ultravioleta es invisible, la imagen se muestra con fosforescencia, en fotografía o con un escáner electrónico. El microscopio de luz ultravioleta se utiliza en la investigación científica.

El microscopio petrográfico o de polarización se utiliza para identificar y estimar cuantitativamente los componentes minerales de las rocas ígneas y las rocas metamórficas. Cuenta con un prisma de Nicol u otro tipo de dispositivo para polarizar la luz que pasa a través del espécimen examinado. Otro prisma de Nicol o analizador determina la polarización de la luz que ha pasado a través del espécimen. El microscopio tiene un soporte giratorio que indica el cambio de polarización acusado por el espécimen.

El microscopio en campo oscuro utiliza una luz muy intensa en forma de un cono hueco concentrado sobre el espécimen. El campo de visión del objetivo se encuentra en la zona hueca del cono de luz y sólo recoge la luz que se refleja en el objeto. Por ello, las porciones claras del espécimen aparecen como un fondo oscuro y los objetos minúsculos que se están analizando aparecen como una luz brillante sobre el fondo. Esta forma de iluminación se utiliza para analizar elementos biológicos transparentes y sin manchas, invisibles con iluminación normal.

El microscopio de fase ilumina el espécimen con un cono hueco de luz, como en el microscopio en campo oscuro. Sin embargo, en el microscopio de fase el cono de luz es más estrecho y entra en el campo de visión del objetivo, que contiene un dispositivo en forma de anillo que reduce la intensidad de la luz y provoca un cambio de fase de un cuarto de la longitud de onda. Este tipo de iluminación provoca variaciones minúsculas en el índice de refracción de un espécimen transparente, haciéndolo visible. Este tipo de microscopio es muy útil a la hora de examinar tejidos vivos, por lo que se utiliza con frecuencia en biología y medicina.

Entre los microscopios avanzados se encuentra el microscopio de campo cercano, con el que se pueden ver detalles algo menores a la longitud de onda de la luz. Se hace pasar un haz de luz a través de un orificio diminuto y se proyecta a través del espécimen a una distancia equivalente a la mitad del diámetro del orificio, formando una imagen completa.

Microscopio electrónico

La potencia amplificadora de un microscopio óptico está limitada por la longitud de onda de la luz visible. El microscopio electrónico utiliza electrones para iluminar un objeto. Dado que los electrones tienen una longitud de onda mucho menor que la de la luz, pueden mostrar estructuras mucho más pequeñas. La longitud de onda más corta de la luz visible es de alrededor de 4.000 angstroms (1 ángstrom equivale a 0,000000001 metros). La longitud de onda de los electrones que se utilizan en los microscopios electrónicos es de alrededor de 0,5 angstroms.

Todos los microscopios electrónicos cuentan con varios elementos básicos. Disponen de un cañón de electrones que emite los electrones que chocan contra el espécimen, creando una imagen aumentada. Se utilizan lentes magnéticas para crear campos que dirigen y enfocan el haz de electrones, ya que las lentes convencionales utilizadas en los microscopios ópticos no funcionan con los electrones. El sistema de vacío es una parte relevante del microscopio electrónico. Los electrones pueden ser desviados por las moléculas del aire, de forma que tiene que hacerse un vacío casi total en el interior de un microscopio de estas características. Por último, todos los microscopios electrónicos cuentan con un sistema que registra o muestra la imagen que producen los electrones.

Hay dos tipos básicos de microscopios electrónicos: el microscopio electrónico de transmisión (Transmission Electron Microscope, TEM) y el microscopio electrónico de barrido (Scanning Electron Microscope, SEM). Un TEM dirige el haz de electrones hacia el objeto que se desea aumentar. Una parte de los electrones rebotan o son absorbidos por el objeto y otros lo atraviesan formando una imagen aumentada del espécimen. Para utilizar un TEM debe cortarse la muestra en capas finas, no mayores de un par de miles de angstroms. Se coloca una placa fotográfica o una pantalla fluorescente detrás del objeto para registrar la imagen aumentada. Los microscopios electrónicos de transmisión pueden aumentar un objeto hasta un millón de veces.

Un microscopio electrónico de barrido crea una imagen ampliada de la superficie de un objeto. No es necesario cortar el objeto en capas para observarlo con un SEM, sino que puede colocarse en el microscopio con muy pocos preparativos. El SEM explora la superficie de la imagen punto por punto, al contrario que el TEM, que examina una gran parte de la muestra cada vez. Su funcionamiento se basa en recorrer la muestra con un haz muy concentrado de electrones, de forma parecida al barrido de un haz de electrones por la pantalla de una televisión. Los electrones del haz pueden dispersarse al alcanzar la muestra o provocar la aparición de electrones secundarios. Los electrones dispersados y los secundarios son recogidos y contados por un dispositivo electrónico situado a los lados del espécimen. Cada punto leído de la muestra corresponde a un píxel en un monitor de televisión. Cuanto mayor sea el número de electrones contados por el dispositivo, mayor será el brillo del píxel en la pantalla. A medida que el haz de electrones barre la muestra, se presenta toda la imagen de la misma en el monitor. Los microscopios electrónicos de barrido pueden ampliar los objetos 100.000 veces o más. Este tipo de microscopio es muy útil porque, al contrario que los TEM o los microscopios ópticos, produce imágenes tridimensionales realistas de la superficie del objeto.

Se han desarrollado otros tipos de microscopios electrónicos. Un microscopio electrónico de barrido y transmisión (Scanning Transmission Electron Microscope, STEM) combina los elementos de un SEM y un TEM, y puede mostrar los átomos individuales de un objeto. El microanalizador de sonda de electrones, un microscopio electrónico que cuenta con un analizador de espectro de rayos X, puede analizar los rayos X de alta energía que produce el objeto al ser bombardeado con electrones. Dado que la identidad de los diferentes átomos y moléculas de un material se puede conocer utilizando sus emisiones de rayos X, los analizadores de sonda de electrones no sólo proporcionan una imagen ampliada de la muestra, como hace un microscopio electrónico, sino que suministra también información sobre la composición química del material.

Microscopio de sonda de barrido

En los microscopios de sonda de barrido se utiliza una sonda que recorre la superficie de una muestra, proporcionando una imagen tridimensional de la red de átomos o moléculas que la componen. La sonda es una afilada punta de metal que puede tener un grosor de un solo átomo en su extremo. Un tipo importante de microscopio de sonda de barrido es el microscopio túnel de barrido (siglas en inglés de Scanning Tunnelling Microscope, STM) desarrollado en 1981. Este microscopio utiliza un fenómeno de la física cuántica, denominado efecto túnel, para proporcionar imágenes detalladas de sustancias conductoras de electricidad. La sonda se coloca a una distancia de pocos angstroms de la superficie del material y se aplica un voltaje pequeño entre la superficie y la sonda. A causa de la poca distancia entre el material y la sonda, algunos electrones se escapan a través del hueco, generando una corriente. La magnitud de la corriente del efecto túnel depende de la distancia entre la superficie y la sonda. El flujo de corriente es mayor cuando la sonda se acerca

al material y disminuye cuando se aleja. A medida que el mecanismo de barrido mueve la sonda por encima de la superficie, se ajusta de modo automático la altura de la sonda para mantener constante la corriente del efecto túnel. Estos ajustes minúsculos permiten dibujar las ondulaciones de la superficie. Después de muchas pasadas hacia adelante y hacia atrás se utiliza una computadora para crear una representación tridimensional del material.

Otro tipo de microscopio de sonda de barrido es el microscopio de fuerza atómica (Atomic Force Microscope, AFM), que no emplea la corriente de efecto túnel y que, por tanto, se puede utilizar también en materiales no conductores. A medida que la sonda se mueve a lo largo de la superficie de la muestra los electrones de la sonda de metal son repelidos por las nubes electrónicas de los átomos de la misma. La altura de la sonda se ajusta de modo automático para mantener constante la fuerza de repulsión. Un sensor registra el movimiento ascendente y descendente de la sonda y entrega la información a una computadora, que a su vez la utiliza para dibujar una imagen tridimensional de la superficie del espécimen.

-TELESCOPIO-

Instrumento con el que se consiguen imágenes amplificadas de objetos distantes.

Historia

El telescopio se inventó en Holanda, pero se discute la identidad del verdadero inventor. Normalmente se le atribuye a Hans Lippershey, un fabricante de lentes holandés, sobre 1608. En 1609, el astrónomo italiano Galileo mostró el primer telescopio registrado. El astrónomo alemán Johannes Kepler descubrió el principio del telescopio astronómico construido con dos lentes convexas. Esta idea se utilizó en un telescopio construido por el astrónomo Christoph Scheiner, un jesuita alemán, en 1630. Debido a las dificultades producidas por la aberración esférica, los telescopios astronómicos deben tener una distancia focal considerable: algunos de hasta 61 m.

La invención del objetivo acromático en 1757 por el óptico británico John Dollond y el perfeccionamiento del cristal de roca óptico (vidrio flint) en 1754, permitieron pronto la construcción de telescopios refractores muy perfeccionados. Las lentes de Dollond tenían un diámetro de sólo 7,5–10 cm; en cualquier caso, todos estos telescopios tenían dimensiones modestas. A finales del siglo XVIII, Pierre Louis Guinand, un óptico suizo, descubrió los métodos para fabricar grandes discos de vidrio flint; después se asoció con el físico alemán Joseph von Fraunhofer. El descubrimiento de Guinand permitió la fabricación de telescopios de hasta 25 cm de diámetro.

El siguiente gran industrial de lentes telescópicas fue el astrónomo y fabricante de lentes estadounidense Alvan Clark. Junto con su hijo, Alvan Graham Clark, construyó lentes no sólo para los principales observatorios de su país, sino también para el Observatorio Imperial Ruso en Pulkovo y para otras instituciones europeas.

En el telescopio reflector se utiliza un espejo cóncavo para formar una imagen. Se han inventado numerosas variaciones de este telescopio y con él se han realizado muchos de los más importantes descubrimientos astronómicos. A principios del siglo XVII, un jesuita italiano, Niccolò Zucchi, fue el primero en utilizar un ocular para ver la imagen producida por un espejo cóncavo, pero fue el matemático escocés James Gregory quien describió por primera vez un telescopio con un espejo reflector en 1663. El físico y matemático inglés Isaac Newton construyó el primer telescopio reflector en 1668. En este tipo de telescopio la luz reflejada por el espejo cóncavo tiene que llevarse a un punto de visión conveniente al lado del instrumento o debajo de él, de lo contrario el ocular y la cabeza del observador interceptan gran parte de los rayos incidentes. Gregory solucionó esta dificultad en su diseño interponiendo un segundo espejo cóncavo, que reflejaba los rayos al ocular. Henry Draper, uno de los primeros astrónomos estadounidenses que construyó un telescopio reflector, utilizó con éxito un prisma de reflexión total en lugar de un espejo plano.

El físico y astrónomo francés Giovanni D. Cassegrain inventó un telescopio que tenía un espejo convexo en lugar de uno cóncavo hacia 1672. El astrónomo inglés William Herschel inclinó el espejo de su telescopio y colocó el ocular de forma que no bloqueara los rayos incidentes. Los espejos de Herschel tenían un diámetro de 122 cm, y un tubo de unos 12,2 m de longitud. Los espejos de los telescopios reflectores solían hacerse de metal brillante, una mezcla de cobre y estaño, hasta que el químico alemán Justus von Liebig descubrió un método para colocar una película de plata sobre una superficie de cristal. Los espejos con baño de plata fueron muy aceptados no sólo por la facilidad de construcción del espejo, sino también porque se podía repetir el baño de plata en cualquier momento sin dañar su forma. El baño de plata ha sido sustituido por el revestimiento de aluminio, de mayor duración.

En 1931, el óptico alemán Bernard Schmidt inventó un telescopio combinado reflector–refractor que puede fotografiar con nitidez amplias áreas del cielo. Este telescopio contiene una lente delgada en un extremo y un espejo cóncavo con una placa correctora en el otro. El mayor telescopio Schmidt, con una lente de 134 cm y un espejo de 200 cm, está en el Observatorio Karl Schwarzschild, en Tautenberg, Alemania.

En la actualidad, el mayor telescopio reflector del mundo es el telescopio Keck, de 982 cm, en el Observatorio Mauna Kea en Hawai. Entre la lista de reflectores de más de 254 cm de diámetro están el telescopio de 600 cm de diámetro del Observatorio Astrofísico de Rusia, cerca de Zelenchukskaya; el telescopio de 508 cm del Observatorio del Roque de los Muchachos Monte Palomar, California, Estados Unidos; el de 420 cm del en las Islas Canarias, España; el instrumento de 401 cm del Observatorio Interamericano de Cerro Tololo cerca de La Serena, Chile; el telescopio de 389 cm del Observatorio Anglo–australiano cerca de Coonabarabran, en Australia; el de 381 cm del Observatorio Nacional Kitt Peak en Arizona, Estados Unidos, y el telescopio de 381 cm de Mauna Kea. Un telescopio estadounidense famoso, el Hooker de 254 cm, en el Observatorio Monte Wilson en Pasadena, California, fue cerrado desde 1985 a 1992, por causa de las presiones financieras, por los nuevos desarrollos tecnológicos y por el deseo de simplificar su funcionamiento.

El telescopio Keck incorpora una importante innovación en su diseño. La superficie del espejo del telescopio consta de 36 segmentos hexagonales individuales, cada uno de los cuales puede moverse mediante tres pistones actuantes. Las técnicas electrónicas mantienen los segmentos alineados entre sí. La segmentación no sólo reduce el peso del aparato, sino que también hace que sea mucho más sencillo pulir el espejo gigante.

Otra importante innovación en el diseño de telescopios es el telescopio de espejos múltiples (MMT), el primero de los cuales se terminó en 1979 en el Observatorio Monte Hopkins, Arizona, Estados Unidos. El MMT emplea un conjunto de seis espejos cóncavos de 183 cm (que deben reemplazarse por un solo espejo de 650 cm) para lograr la efectividad del acopio de luz de un único reflector de 450 cm de diámetro.

En 1991 el Observatorio Europeo Austral (ESO, siglas en inglés) comenzó la construcción del VLT (*Very Large Telescope*), un complejo astronómico, el más sensible del mundo, formado por cuatro telescopios, cada uno con un espejo principal de 8,2 m de diámetro. Los telescopios podrán ser utilizados de forma independiente, pero en principio han sido diseñados para que funcionen totalmente sincronizados, a fin de combinar la luz captada por los cuatro y obtener una resolución equivalente a la de un único telescopio con un diámetro igual a la distancia máxima entre ellos. El VLT se está construyendo en Cerro Paranal, en el desierto de Atacama (Chile). En mayo de 1998 se realizaron con éxito las primeras pruebas de funcionamiento del primer telescopio del VLT.

El telescopio espacial *Hubble* tiene la ventaja de estar por encima de la atmósfera distorsionante de la Tierra. Fue lanzado en 1990 con múltiples problemas mecánicos y electrónicos y reparado en diciembre de 1993. Incluso antes de la reparación, proporcionó algunas imágenes mejores que las obtenidas con instrumentos situados en la Tierra.

–PRISMÁTICO–

Instrumento óptico que amplifica los objetos distantes. Consta de dos anteojos idénticos que se pueden enfocar al mismo tiempo por medio de un tornillo de mariposa y que en general se pueden ajustar también de forma independiente para cada ojo. Cada uno de ellos está equipado con una pequeña lente cóncava llamada ocular, y una lente convexa mayor llamada objetivo. En cada anteojo se utilizan frecuentemente dos prismas para desviar el recorrido de la luz. Esto impide la inversión de la imagen que se formaría con la utilización única de dos lentes, y permite que el anteojo pueda ser más pequeño. La percepción de profundidad aumenta cuando aumenta la distancia entre los objetivos. Unos gemelos de teatro son simplemente anteojos con lentes no muy caras que proporcionan un campo de visión limitado y una pequeña amplificación de la imagen. Los binoculares con prismas permiten alcanzar un campo mayor de visión y una amplificación de la imagen.

Los gemelos binoculares se clasifican por su capacidad de aumentar la imagen y por su potencia para recopilar la luz; pueden ser, por ejemplo, de 6×30 , 7×50 u 8×30 . El primer número representa los aumentos; el segundo, el diámetro del objetivo en milímetros. Cuando los binoculares son de grandes aumentos y de grandes objetivos se convierten en instrumentos demasiado pesados para ser utilizados sin un soporte fijo. Cuando la visión estereoscópica no es muy importante, a veces se utiliza un único anteojo.

– CÁMARA FOTOGRÁFICA –

Las cámaras fotográficas modernas funcionan con el principio básico de la cámara oscura. La luz, que penetra a través de un diminuto orificio o abertura en el interior de una caja opaca, proyecta una imagen sobre la superficie opuesta a la de la abertura. Si se le añade una lente, la imagen adquiere una mayor nitidez y la película hace posible que esta última se fije. La cámara es el mecanismo a través del cual la película se expone de una manera controlada. Si bien existen diferencias estructurales entre ellas, todas las cámaras modernas se componen de cuatro elementos básicos: el cuerpo, el obturador, el diafragma y el objetivo. Dentro del cuerpo se encuentra una pequeña cavidad hermética a la luz (en latín, camera) donde se aloja la película para su exposición. También en el cuerpo, al otro lado de la película y detrás del objetivo, se hallan el diafragma y el obturador. El objetivo, que se instala en la parte anterior del cuerpo, es en realidad un conjunto de lentes ópticas de cristal. Alojado en un anillo metálico o cilindro, permite al fotógrafo enfocar una imagen sobre la película. El objetivo puede estar fijo o colocado en un soporte móvil. Los objetos situados a diferentes distancias de la cámara pueden enfocarse con precisión al ajustar la distancia entre el objetivo y la película fotográfica.

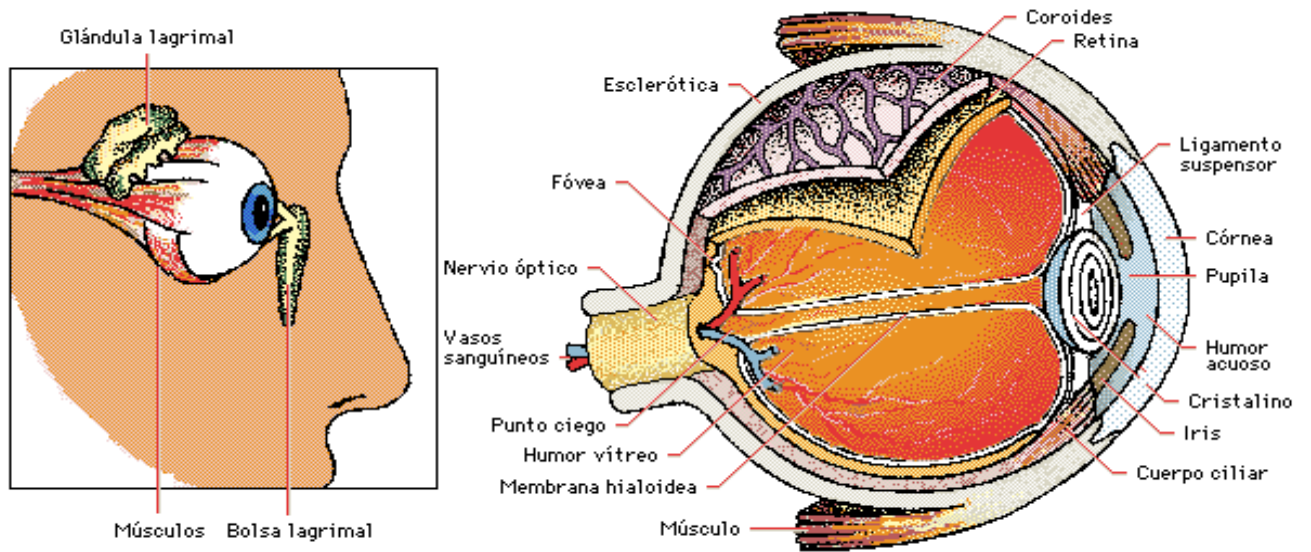
El diafragma, abertura circular situada detrás del objetivo, funciona en sincronía con el obturador para dejar pasar la luz a la cámara oscura. Esta abertura puede ser fija, como en muchas cámaras para aficionados, o regulable. Los diafragmas regulables consisten en laminillas de metal o de plástico superpuestas, que cuando se separan por completo forman una abertura del mismo diámetro del objetivo, y cuando se cierran dejan un pequeño orificio detrás del centro del objetivo. Entre la máxima abertura y la mínima, la escala de diafragmas se corresponde con una clasificación numérica, llamada f-stops, situada en la cámara o en el objetivo.

El obturador es un dispositivo mecánico, dotado con un muelle, que sólo deja pasar la luz a la cámara durante el intervalo de exposición. La mayoría de las cámaras modernas poseen obturadores de diafragma o de plano focal. Algunas cámaras antiguas para aficionados utilizan el obturador de guillotina, que consiste en una pieza con bisagra que al disparar se abre y expone la película alrededor de 1/30 de segundo.

En el obturador de diafragma, durante el momento de exposición un conjunto de hojas solapadas se separan para descubrir la abertura total del objetivo. El obturador de plano focal consiste en una cortinilla negra con una ranura horizontal de tamaño variable. Al disparar, la cortinilla se mueve con rapidez sobre la película, exponiéndola progresivamente a la luz a medida que la ranura se desplaza.

La mayoría de las cámaras modernas poseen algún sistema de visión o visor para permitir al fotógrafo contemplar a través del objetivo de la cámara la escena u objeto que se desea fotografiar. Las cámaras fotográficas réflex de un solo objetivo poseen esta característica y casi todas las cámaras de uso general están

dotadas de algún tipo de sistema de enfoque y de algún mecanismo para desplazar la película.



© Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.