

1-1-2014

## **Cd didáctico e interactivo sobre evolución del ojo a través de las diferentes especies hasta llegar al ojo humano**

Martha Carolina Rodríguez Fernández  
*Universidad de La Salle*

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/optometria>

---

### **Citación recomendada**

Rodríguez Fernández, M. C. (2014). Cd didáctico e interactivo sobre evolución del ojo a través de las diferentes especies hasta llegar al ojo humano. Retrieved from <https://ciencia.lasalle.edu.co/optometria/185>

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ciencias de la Salud at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Optometría by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact [ciencia@lasalle.edu.co](mailto:ciencia@lasalle.edu.co).

**CD DIDACTICO E INTERACTIVO SOBRE EVOLUCION DEL OJO A TRAVES DE LAS  
DIFERENTES ESPECIES HASTA LLEGAR AL OJO HUMANO**

**MARTHA CAROLINA RODRIGUEZ FERNANDEZ  
CODIGO: 50031700**

**DRA. LUISA FERNANDA FIGUEROA**

**Directora**

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
PROGRAMA DE OPTOMETRIA**

## TABLA DE CONTENIDO

- 1.0 RESUMEN DEL PROYECTO
  - 1,1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA
  - 1.2 INTRODUCCION
  - 1.3 MARCO TEORICO
- 2.0 OJO SIMPLE
- 3.0 INVERTEBRADOS
- 4.0 VERTEBRADOS

## 1.0 RESUMEN DEL PROYECTO

La evolución y visión es una nueva asignatura en la que pretende mostrar las similitudes y diferencias del sistema ocular en los animales comparándolas con el ojo humano. Cada especie tiene una forma diferente de ver su mundo y en algunas se acerca a la del hombre.

Con la creación del CD pretendo explicar la evolución del sistema ocular en todas las especies hasta llegar al ojo humano pasando por algunos invertebrados como insectos, arácnidos, crustáceos y algunos vertebrados como ciertos mamíferos representativos, aves, peces, anfibios y reptiles. Con este CD se desea brindar a las personas del área de la salud que lo consulte, una explicación didáctica sobre como ha evolucionado el sistema ocular en cada especie hasta llegar al complejo sistema ocular.

## 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACION

Se selecciona el tema de evolución y visión de las diferentes especies hasta llegar al ojo humano por la escasa información encontrada comparada con otros temas disponibles en textos, revistas, trabajos de grado, CD y videos almacenados en la biblioteca y en la facultad de optometría de la universidad de la salle.

En revisiones realizadas se encuentra abundante bibliografía sobre sistema ocular animal y muy poco sobre evolución y visión de las diferentes especies.

(Wyse Gordon y Anderson Margaret 2004) fisiología animal dice: El campo de visión también es un factor a tener en cuenta si se quiere sobrevivir. Los mamíferos poseen dos ojos situados a ambos lados de la región frontal de la cabeza, y mientras que en unas especies se orientan completamente hacia delante, en otras lo hacen lateralmente uno a cada lado de la cara. Los campos de visión de cada ojo se superponen en mayor o menor medida, y en este espacio de confluencia, conocido como *grado de binocularidad*, es donde los animales perciben la imagen de manera tridimensional, ubicándola en el espacio correctamente.

También la existencia de un hocico más o menos prominente afecta al campo de visión de los animales y por tanto al grado de binocularidad.

(Teresa Audesirk 2003) en su texto sobre Biología la vida en la Tierra dice "los ojos compuestos de los artrópodos asegurando que las imágenes que transmiten estos consisten en un mosaico de muchas subunidades individuales, sensibles a la luz, llamadas omatidias". También habla de los ojos mamíferos que son similares en algunas especies a la del hombre, pero es diferente en cuanto a profundidad se refiere como en los roedores que sus ojos están a cada lado, por lo tanto carecen de profundidad.

La mayor parte de los artrópodos poseen un sistema sensorial bien desarrollado que incluye ojos compuestos, que tienen múltiples detectores de luz y sentidos químicos y táctiles agudos. El sistema nervioso es similar en cuanto a organización al de los anélidos, aunque es más complejo; consta de un cerebro compuesto comunicado con ganglios vinculados a lo largo del cuerpo por un cordón nervioso ventral. La capacidad de movimientos coordinados destrezas sensoriales refinadas y un sistema nervioso bien desarrollado ha hecho posible la evolución de comportamientos complejos. El comportamiento social de algunas especies de insectos, como la abeja es tan intrincado y complejo del de cualquier vertebrado.

(William k.purves 2003) en su texto sobre la vida la ciencia de la biología "la sensibilidad a la luz-fotosensibilidad- confiere a los animales mas simples la capacidad de orientarse respecto del sol y del cielo y brinda a los animales mas complejos una rápida y extremadamente detallada información acerca de los objetos que se encuentran en su ambiente. Lo notable es que a través del amplio espectro de las especies animales, la evolución ha ya conservado la misma base para la fotosensibilidad: la familia de pigmentos llamados rodopsinas".

(P.S Camp/karms 1983) en su texto a cerca Biología nos comenta que entre los órganos de los sentidos de la cabeza de un insecto, se incluyen los ojos (grandes esferas con apariencia de

penal) y muchos receptores de presión, semejantes a vellos, que responden ante el movimiento del aire o el foque de algún objeto.

(Villem C 1996) en su texto sobre Biología en su capítulo sentido de la vista dice “algunos protozoos tienen manchas oculares más sensibles a la luz que el resto de la célula, pero los órganos oculares más primitivos en la escala de la evolución son los propios del platelminto o gusano plano. Son fotorreceptores en vez de ojos, no pueden formar imágenes. Son estructuras en forma de media naranja hueca cuya cavidad contiene un pigmento negro en cuyo fondo están esparcidas unas células sensibles a la luz.

Por lo anterior nos interesamos en la revisión temática de evolución y visión de las diferentes especies hasta llegar al ojo humano puesto que no conocemos lo suficiente de dicho tema.

Mediante este CD explicaremos la evolución y visión de diferentes especies hasta llegar al ojo humano con una animación gráfica de las similitudes que tiene el sistema ocular de cada animal paso por paso hasta llegar al sistema ocular del ser humano paso por paso. Este CD también mostrará de forma gráfica y explicativa la anatomía de las estructuras oculares de cada animal, en cada estructura se encontrará sus características y se incluirán hipervínculos que llevarán al investigador a la estructura ocular de interés. Al finalizar cada tema del CD se hará una evaluación interactiva, donde se indique la respuesta correcta, en caso que su respuesta sea incorrecta, aparecerá una explicación del porque la respuesta no es la correcta y al finalizar el cuestionario se le dará una calificación total.

### **1.3 MARCO TEORICO**

Casi en toda materia viva hay células sensibles a la luz. Incluso los protozoos responden a los cambios de intensidad lumínica. En muchos de los animales esta sensibilidad es propia de células especiales, las que se agrupan en órganos complejos. El ojo humano es un excelente ejemplo de un dispositivo perfecto para percibir la luz. Cuando se encuentra adaptado percibe una pequeña emisión de 6 a 10 cuantos de luz. La luz consta de unidades llamadas fotones, la energía del fotón es igual a un cuanto.

Algunos protozoos tienen “manchas oculares” más sensibles a la luz que el resto de la célula, órganos oculares más primitivos en la escala de la evolución son los propios del platelminto o gusano plano. Son fotorreceptores en vez de ojos, no pueden formar imágenes. Son estructuras huecas en cuya cavidad contienen pigmento negro en donde están esparcidas unas células sensibles a la luz; ampara a la célula de los rayos que viene en cualquier dirección, excepto encima y ligeramente por delante el cual permite al platelminto orientarse. Las planarias tienen células sensibles a la luz por toda la extensión del cuerpo, todavía reaccionan a ella una vez que han sido inutilizados sus “ojos” (los fotorreceptores) esta reacción resulta lenta y menos precisa.

La evolución desde los fotorreceptores hasta el ojo verdadero fue el cristalino. Al parecer sistemas de cristalinos perfeccionados, el fotorreceptor pudo formar imágenes, y surgió así un ojo. Los ojos más desarrollados se encuentran en los artrópodos (insectos, cangrejos, langostas), en los cefalópodos (calamares y pulpos) y en los vertebrados. Han aparecido dos tipos fundamentalmente diferentes de ojos: el ojo en forma de cámara de los vertebrados y cefalópodos, y el ojo compuesto o en mosaico de los artrópodos.

### **1.4 INTRODUCCION**

La evolución viene del significado cambiar, avanzar. El planeta tierra cambia constantemente y con él las especies que vivimos en él, a medida que avanza la ciencia, también la naturaleza, el más fuerte sobrevive, y con el tiempo todo su organismo cambia de acuerdo a sus necesidades. Con la evolución cambiaron todos los organismos y así mismo el complejo sistema ocular hasta llegar al día de hoy perfeccionando la visión en algunas especies.

Los órganos de los sentidos y dentro de ellos el sentido de la visión sufrieron diferentes ajustes para que puedan recibir estímulos del medio ambiente e interactuar con él. La naturaleza proporciona diversos entornos para que en ellos nazcan, crezcan, se reproduzcan y

evolucione las diferentes especies que pueblan el planeta para procesar dichos estímulos y cambios, con el objetivo de facilitar la supervivencia dentro de su hábitat correspondiente.

El sistema ocular se ha adaptado en diferentes especies para sobrevivir a su ambiente, para algunos es vital, para otros es un sistema secundario.

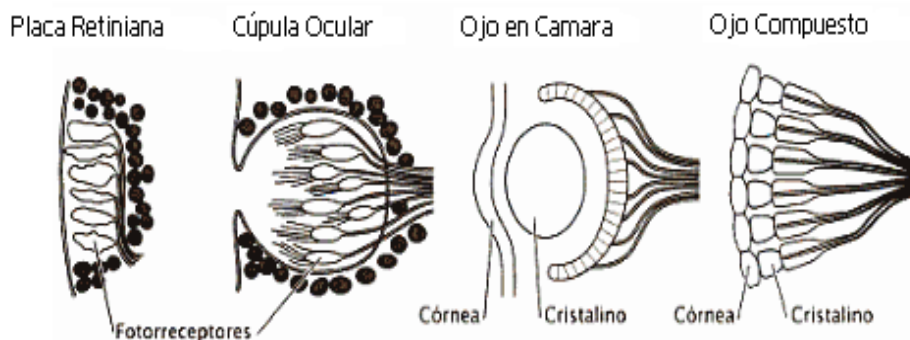
Es importante conocer y estudiar los cambios evolutivos que ha generado muchas y variadas teorías que tratan de explicar estos procesos, para permitirnos comprender el cómo y por qué la naturaleza ha adaptado diferentes órganos y modelos de ellos para satisfacer necesidades cada vez más especializadas para las distintas especies de animales y seres vivos en nuestro planeta.

El estudio de la evolución ocular en nuestros días es importante porque permite principalmente conocer todo su cambio filológico para realizar avances tecnológicos e investigativos de nuestro interés, y mejorar la calidad de vida por medio de estudios de muchas patologías o enfermedades que serían muy difícil encontrar una solución sin el estudio de otros sistemas oculares complejos de diferentes especies que hasta hace poco eran desconocidos para nosotros.

## 2.0 OJO SIMPLE

Son estructuras fotorreceptoras que están en diferentes especies. Consta de un lente externo: cornea y cristalino, en algunos animales hay ausencia de éste y en los insectos el ojo simple se denomina ocelo.

El ojo simple contiene un lente que capta luz, recibe la información externa y la envía a la retina. Todos los seres vivos reciben estímulos por medio de temperatura.



Fotografía de Richard W. Hill., Gordon A. Wyse., Anderson. 2004. Cuatro patrones de organización de los ojos. *Fisiología Animal. Medica Panamericana. Madrid España. p. 416*

## 3.0 INVERTEBRADOS

Como su nombre lo indica son animales que no tienen vertebras, no tienen cráneo ni costillas. Curtis, (2008) - "Se han descubierto más de 1.5 millones de animales en el cual el 95% son invertebrados. Los invertebrados se llaman así porque carecen de columna vertebral". (p. 533).

## MOLUSCOS

Hay muchas especies vivientes entre ellos son:

Gasterópodos: Babosas y caracoles.

Cefalópodos: Sepias, pulpos, calamares y nautilus.

Pelecípodos – Bivalvos: Ostras y almejas.

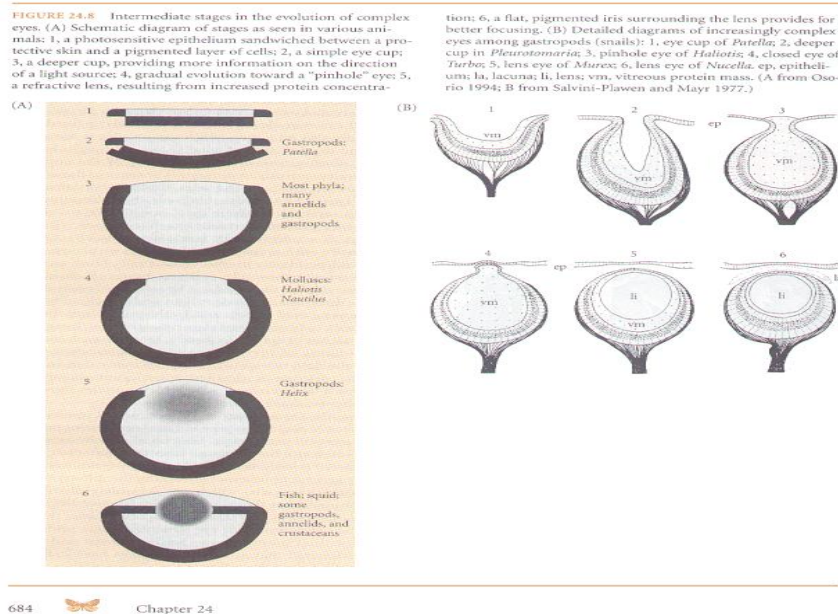
Tienen un pie musculoso para desplazarse, en la superficie una masa visceral en el pliegue tisular se encuentra la mayoría de los órganos, secreta a la concha calcárea cubriendo la masa y los bordes del pie, protege al animal pero impide su locomoción.

## SISTEMA NERVIOSO

Formado por dos cordones nerviosos hacia el pie y el manto. Los ganglios están unidos alrededor del esófago, en el extremo anterior del cuerpo por un anillo del tejido nervioso formándose así el cerebro.

## SISTEMA VISUAL

La retina al ser profunda le da mayor cantidad de células fotosensibles, esto invaginación hace que tenga la información de donde provienen los haces de luz. Muchos moluscos carecen de órganos sensoriales bien desarrollados. Los caracoles tienen ojos sencillos localizados en los tallos procedentes del cerebro.



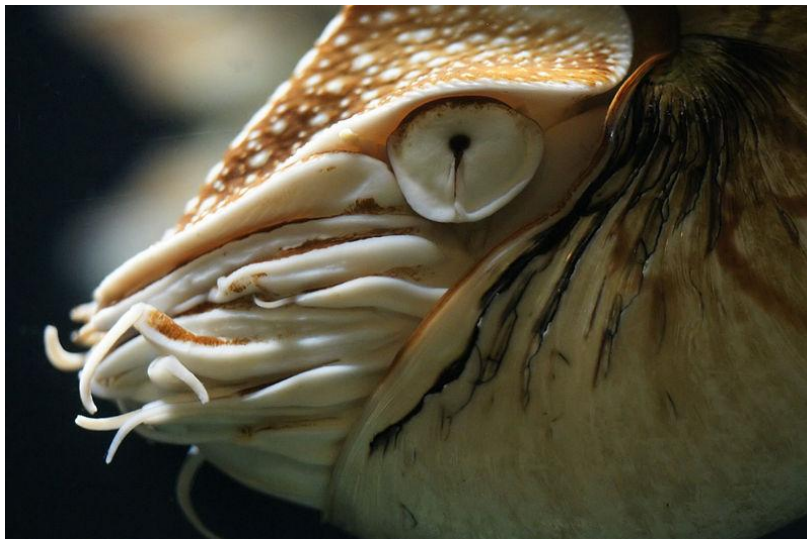
## CEFALOPODOS

El lóbulo óptico, se encargan de la información visual, las ventosas de sus brazos con quimiorreceptores distinguen texturas finas y sustancias químicas en diluciones inferiores a las papilas gustativas de la lengua humana.

### SISTEMA VISUAL

La retina tiene rabdómeros distribuidos homogéneamente en la superficie donde hay zonas con mayor concentración. La mitad de células receptoras tienen microvellosidades verticalmente la otra mitad horizontalmente. El ojo se mantiene en su orbita, esta disposición proporciona sensibilidad a la luz.

El ojo del nautilo maneja el principio de “cámara” con un agujero muy pequeño, la imagen se forma al pasar los rayos por el agujero funcionando solo cuando hay luz clara por ser tan pequeño.



*Fotografía de Hans Hillewaert. Nautilus pompilius. (2008). Bélgica. Wikipedia*

## ARTRÓPODOS

### INSECTOS

Tienen un ojo compuesto órgano visual que consiste en la agrupación de entre 12 y varios miles (6.300 en apis mellifera: abeja) de unidades receptoras llamadas omatidios. Los omatidios son unidades sensoriales formadas por células capaces de distinguir entre la presencia y la falta de luz y, en algunos casos capaces de distinguir entre colores. La imagen que percibe un insecto es el conjunto de señales de los múltiples omatidios orientados en direcciones diferentes. Contrariamente a otros tipos de ojos, no tiene una retina, lo cual implica una baja resolución de imagen. Así mismo, el ojo compuesto es capaz de detectar movimientos rápidos, ve un amplio rango de ángulo sólido y en algunos casos, percibe la polarización de la luz.

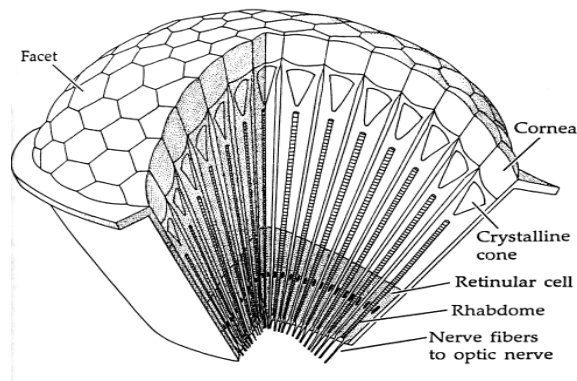
Cada omatidio consiste en una lente y un rabdómero, que consiste en un grupo de células receptoras visuales puestas en paralelo o ligeramente giradas.

Hay dos tipos básicos de ojos compuestos:



El ojo de aposición que se puede dividir en dos grupos. El típico ojo de aposición tiene un lente que enfoca la luz proveniente de una dirección sobre el rhabdomero, mientras que la luz proveniente de otras direcciones se absorbe en las paredes oscuras del omatidio. El otro tipo de ojo de aposición se encuentra en el strepsiptera (araña), en el cual cada lente forma una imagen, y las imágenes se combinan en el cerebro. Este ojo se llama ojo de superposición neuronal u ojo esquizocroal compuesto.

El ojo de superposición que se divide en tres tipos: superposición refractante, superposición reflectante y superposición parabólica. El ojo de superposición refractante tiene una abertura entre la lente y el rhabdomero y no tiene pared. Cada lente refleja la luz en un ángulo igual al ángulo que la recibe. El resultado es la formación de la imagen en la mitad del radio del ojo, donde hay situadas las testas de los rhabdomeros. Este tipo de ojo se encuentra normalmente en insectos nocturnos. En los ojos compuestos de superposición parabólica, que se encuentran en artrópodos como las efímeras, cada faceta de la superficie del ojo contiene una superficie parabólica que recibe la luz de un reflector y la enfoca sobre una matriz de sensores. Los crustáceos de cuerpo largo como gambas, langostinos y langostas son los únicos que tienen ojos de superposición reflectante, que también tienen una abertura pero que en lugar de lentes utilizan diedros de espejos.



Fotografía de Helena Curtis. 2008. *Biología. Estructura del ojo compuesto*. P. 592

## ARÁCNIDOS

Ojo simple Cuatro de sus ocho ojos se orientan frontalmente, con los dos centrales especialmente grandes. Son, como en todos los arácnidos, ojos simples, pero muy elaborados. Son capaces de enfocar y de moverse, variando su orientación y a veces los mueven rítmicamente para detectar a sus presas. Los ojos frontales proporcionan visión estereoscópica, a la vez que los laterales completan un campo de visión de 360°, así que no necesitan girarse para controlar todo su entorno. Su eficaz visión es excepcional no sólo entre las arañas, sino entre los artrópodos.

### Crustáceos

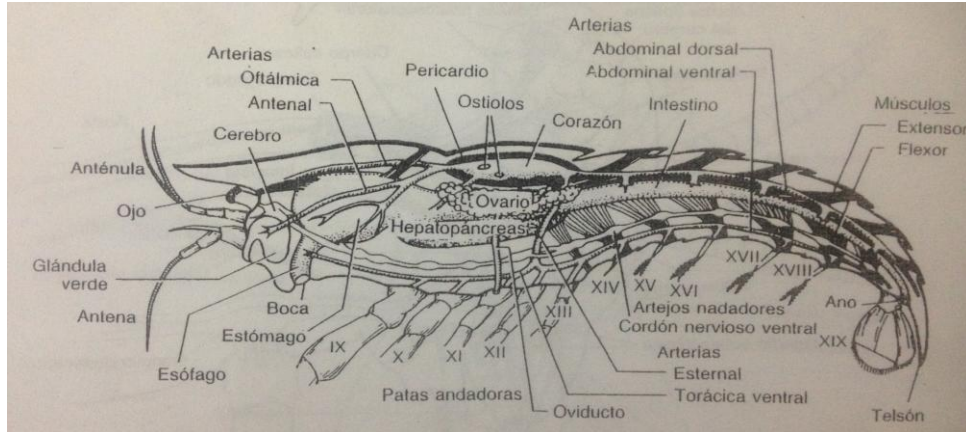
Entre los órganos de los sentidos se encuentran ojos, pelos sensitivos y estatolitos. Los ojos de los crustáceos hay de dos tipos el mas simple es el ojo medio o nauplio presente en las larvas nauplio, es bastante simple y esta formada por 3 o 4 pequeños óselos con fotorreceptores que ayudan a la larva a determinar del fondo o de la capa superficial del agua dependiendo de la vida adulta de la especie. Este ojo puede permanecer en los adultos, pero lo que es más común es de dos ojos compuestos laterales sobre un pedúnculo móvil de sésiles; su campo visual suele ser grande de a veces 180° debido a la cornea convexa. El número de omatidios es variable desde unas pocas decenas a algunas 14.000 que tienen los bogavantes

Los estatolitos aparecen en las especies de mayor tamaño y se encuentran en la base de las antenas o en el abdomen

Otros stematas sofisticados consisten en lentes con dos capas que forman la imagen en la retina con muchos rhabdomas, cada uno recibe luz de diferentes partes. Los stemata tienen células fotosensibles y es un ojo compuesto muy especializado.

## CRUSTACEOS

*Gonodactylus smithii*, gamba mantis o camarón mantis son familiares de cangrejos, langostinos, langostas y entre otros. Carecen de esqueleto y sistema nervioso, tienen ganglios unidos por cordones donde los nervios llegan a diferentes partes del cuerpo. son coloridos, y cada uno se comporta diferente, o muy agresivos o muy interactivos y curiosos



Fotografía de Gordon M. Shepherd. Cangrejo de río, 1985. Neurobiología. Oxford University. P. 21

## SISTEMA VISUAL

Los movimientos oculares son independientes, tienen doce fotorreceptores para distinguir colores, no los reconocen los codifican de manera rápida y no diferencian tonos. Captan una gama de amplio espectro, radiaciones con frecuencias bajas: infrarrojo y ultravioleta. Detectan cuatro tipos de polarización lineal y dos circular, esto ayuda a detectar animales casi invisibles a la vista humana.



Fotografía de Heidi y Hans-Jürgen Koch. 2009. Camarón mantis. Citado por Jesús Ademir Morales Rojas en su blog Kueponi. Curiosidades de ciencia, cultura y tecnología.

## 4.0 VERTEBRADOS

La capa de la mayoría de los mamíferos tiene colores o distribución de los mismos que tienden a camuflarlos, por lo que la capacidad del ojo de distinguir a sus semejantes, a presas o a depredadores por cambios de tonos con el medio circundante no ha sido tan necesaria como la de captar el movimiento de éstos para localizarlos y mantenerlos vigilados.

Así, la mayoría de los animales han evolucionado produciendo mayor cantidad de bastones en la retina, capaces de distinguir variaciones de intensidad de la luz que es realmente como se capta en el ojo el movimiento, mientras que algunas especies de primates, algunos roedores o carnívoros en los que la cantidad de conos en la retina es mayor, han conseguido colonizar los árboles y algunos de ellos además, alimentarse de frutos cuyo movimiento es escaso pero que, en cambio poseen variados y llamativos colores. Otros, especialmente de hábitos nocturnos como numerosas especies de murciélagos y roedores, parecen no poseer ninguna capacidad de visión en color, ya que los conos están prácticamente ausentes. Entre unos y otros animales, la distinta proporción de ambos tipos de células, determina la capacidad de distinguir los colores, pues existen especies, como algunos felinos que aunque ven en color, sólo son capaces de distinguir una gama limitada de éstos. La visión estereoscópica está relacionada con la precisión en la coordinación de los movimientos, de modo que se hace mucho más necesaria en aquellas especies cuya supervivencia depende de la precisión de sus movimientos. Por regla general es más frecuente en animales arborícolas que en terrestres, y dentro de éstos, los predadores que tienen que fijar un objetivo en movimiento y dirigirse a él con precisión, poseen un grado de binocularidad mayor que las presas, que sacrifican la capacidad de visión espacial en pro de un mayor campo de visión que les permita vigilar más eficientemente la ubicación de los predadores. Tapetum lacidum: Este término latino hace referencia a una estructura de la que carecemos los humanos, pero realmente es bastante familiar ya que los perros y los gatos lo tienen, y le dan ese reflejo característico al fondo de ojo. Consiste en un tejido reflectante en la parte posterior de la retina. Así, los rayos de luz que atraviesan la retina sin estimular los receptores se reflejan en el tapetum y vuelven a atravesar la retina, de forma que existe el doble de posibilidades de que los receptores se vean estimulados. Los ojos brillantes de muchos animales se deben a este tapetum lacidum. Y eso hace que en su fondo de ojo, en vez del anaranjado habitual que tiene el ser humano, tengan colores más vivos y reflectantes. En el caso del gato podemos apreciar esa tonalidad amarilla y verde.

### AVES

Las aves poseen un tejido llamado pecten, una estructura vascular en forma de peine que se ancla en la retina y la pared del ojo y se proyecta hacia el interior. Además de función "alimenticia", tiene otras funciones que favorecen la gran resolución de imagen de estos animales. Ya que es más fácil ver el pecten (que no hace falta microscopio) que averiguar la densidad de conos, podemos afirmar que las aves con el pecten más desarrollado tienen mejor visión.

### ÁGUILA

Su agudeza visual es superior a la del ser humano (entre dos y cuatro veces más, según la especie); de hecho son los animales con la mejor calidad de imagen de todos. Eso quiere decir que presentan una gran resolución de la parte central de la imagen. Y que cuando sobrevuelan una presa, la ven con mucha más nitidez que si nosotros estuviéramos mirando a esa distancia.

La retina es el fino tejido de la parte posterior del ojo que recoge la imagen. Hay unos receptores de luz que convierten la imagen proyectada en estímulos nerviosos. Cuanto más juntos están estos receptores, más pequeños son los "píxeles" de la imagen. Por tanto, cuantos más receptores hay en esa área determinada, mejor. Y así, de esa densidad de receptores se deriva (en condiciones ópticas óptimas) la resolución de imagen la parte central de la retina (fóvea) tiene unos 150 mil o 200 mil receptores de luz. La fóvea de un águila, con un tamaño parecido, hay millón y medio de células receptoras. Un incremento muy importante. Son células

muy “caras” desde el punto de vista energético, necesitan mucho aporte sanguíneo y la anatomía del ojo humano no podría soportar tanta densidad de receptores.

Para que la imagen se proyecte en la retina, las lentes del ojo tienen que conseguir una imagen lo más nítida posible. Por muy buena que sea la retina, si la imagen llega borrosa, poco podremos hacer. Estas aves águilas tienen un sistema excepcional de enfoque. Y no sólo por la precisión de las lentes: hay una característica especial de la que la mayoría de los demás animales carecemos. Para el enfoque de la retina periférica, el sistema funciona igual: la córnea y el cristalino son las lentes encargadas de hacer converger la imagen en la retina. Pero justo en la parte central (en la fovea), las águilas aves poseen una “lente nueva”. En su caso, la separación entre el vítreo (el gel transparente que rellena el ojo) y la retina tiene cierto poder de refracción. Al resto de animales no nos pasa: la interfase entre vítreo y retina no tienen importancia en la refracción, y la luz lo atraviesa sin modificación. Pero en estas aves, esta separación sí que induce una refracción, actuando como lente negativa y magnificando la imagen. Es decir, es como si tuvieran, justo delante de la fovea, un “zoom”, un sistema que magnifica la imagen (que sería 1,45 veces el tamaño real).

La pupila juega un importante papel. Su pupila es más grande y entra más luz. Lo que en otros animales es una desventaja (porque entra luz por la córnea periférica, peor enfocada) en las aves águilas significa mejor contraste.

Además de la fovea central, con la que tienen mejor resolución de imagen, estos ojos tienen una segunda fovea, para la visión periférica. Algo totalmente inimaginable en el sistema visual humano: dos foveas en cada ojo.

Las aves son de la familia de los reptiles, sus huesos son huecos y sus cuerpos contienen sacos aéreos para tener un vuelo excelente. Las plumas son extensiones ligeras de las alas y cola brindando sustentación y control necesario para el vuelo.



*Fotografía de Ocularis. 2007. La Superretina. La visión de los animales (I): halcones*

## **SISTEMA NERVIOSO**

El sistema nervioso es especial en el vuelo con una gran coordinación de equilibrio combinados con agudeza visual por eso el neurocerebelo colocado en la parte media es particularmente prominente.

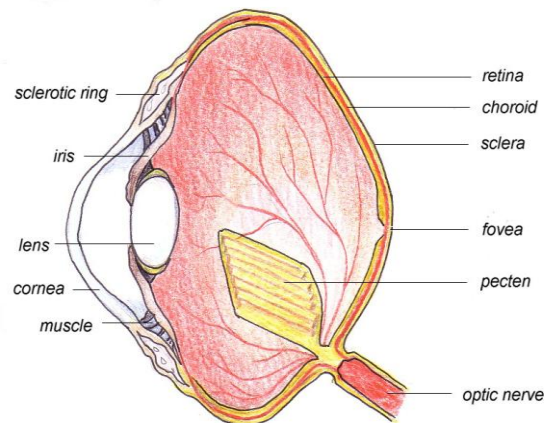
## **SISTEMA VISUAL**

La membrana nictitante es transparente, fina y cubierta por una capa del epitelio, sus movimientos desde el canto nasal mediante acciones del músculo intrínseco y retractor, inervados por el VI par craneal, protege el ojo exteriormente de temperaturas, polvo y aire por medio de La glándula de Harderian que hidrata la córnea.

La retina tiene 4 a 5 veces más células sensoriales, allí se encuentra un tejido (El pecten) altamente vascular, pigmentado, de tamaño variable, se desplaza hacia el interior del humor

vítreo desde la cabeza del nervio óptico. El cristalino es flexible y plano en la capa anterior, hay una almohadilla anular formada por fibras, tiene mayor acomodación y enfoque. Los músculos ciliares controlan su elasticidad. En el iris se encuentra el esfínter: músculos dilatadores. El ángulo iridocorneal está bien desarrollado y drena en dos canales anulares.

La acomodación cambia la curvatura corneal, el cristalino se desplaza y se deforma cambiando el poder del lente por la contracción de los músculos ciliares (brucke: posterior y crampton: anterior), que se insertan en la periferia de la cornea, mueven el cuerpo ciliar en dirección comprimiendo el cristalino, presionando la almohadilla anular. la retina Tienen foveas en forma de fosa con mayor densidad de conos que los humanos, esta densidad hace que tengan mayor claridad y agudeza visual a la hora de cazar sus presas el pecten nutre la retina y controla el pH del humor acuoso, eleva los vasos sanguíneos alejándolos de la retina permitiendo una visión aguda, la pigmentación protege los vasos sanguíneos contra la luz ultravioleta.



Fotografía de Jimbleak. 2012. *Anatomy of the eyes of birds*. Wikipedia.

## VISION NOCTURNA

En la retina hay abundantes bastones en la zona central. El pecten que está entre la retina y cristalino ayuda a concentrar los focos de luz de los bastones células fotosensibles. La pupila es más dilatada para dejar entrar la luz.

## ANFIBIOS

Descendieron de los peces pulmonados. Los modernos incluyen ranas, sapos y salamandras. Se distinguen fácilmente de los reptiles por su piel sin escamas, que sirve como órganos respiratorios, las ranas adultas en el interior fuerzan aire en los pulmones.

## SISTEMA NERVIOSO

Está constituido por 3 partes: sistema nervioso central, periférico y órganos sensoriales. Recibe y transforma estímulos en respuestas adecuadas. Los receptores externos reciben estímulos externos como visión y olfato.

La medula: controla las actividades corporales.

El cerebelo: controla el equilibrio.

El cerebro: controla visión, audición y olfato.

## SISTEMA VISUAL

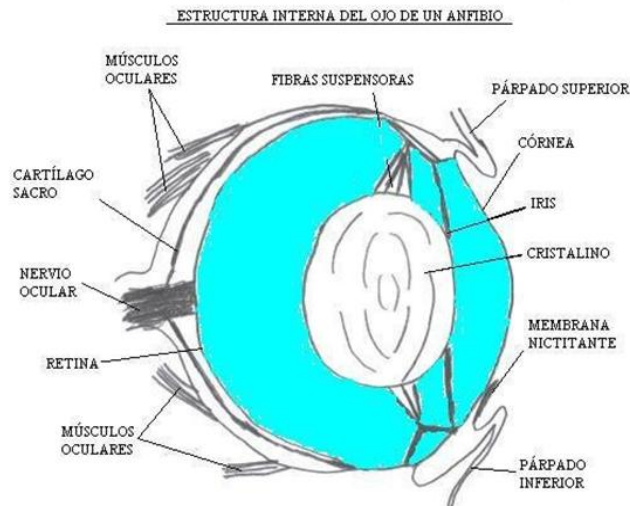
El globo ocular está conectado con el cerebro a través del nervio óptico, pero no captan una imagen detallada, tan sólo detectan objetos en movimiento o varía notoriamente el nivel de iluminación sobre ellos.

El cristalino se acerca o aleja de la cornea, el iris se adapta a la luz los músculos son sensibles a la luz, (llega a la medula espinal y desarrolla una respuesta refleja). Hay 4 células sensibles, bastones rojos contienen rodopsina, verdes pigmento amarillo, conos simples y verdes

Hay un mayor desarrollo de las glándulas lagrimales y párpados, tienen una membrana nictitante que sirve de protección, la pupila puede presentar formas diferentes según los diferentes grupos y las distintas especies.

Reconocimiento del campo visual más que en agudeza visual. Las diferentes células ganglionares de la retina responden a muchas características del campo visual, permitiendo formar una imagen del entorno borrosa.

La membrana nictitante lubrica la cornea. La mayoría de los reptiles poseen glándulas lagrimales, para ayudar a la limpieza ocular, la glándula de harder en algunos reptiles "lava" la superficie sensible y en tortugas marinas son usadas además para eliminar la sal del medio.



*Fotografía de Alberto Maceda & Irene González. 2013. Estructura interna del ojo de un anfibio.*

## REPTILES

Hace 250 millones de años (era paleozoica) surgieron varios grupos de reptiles, como tortugas, lagartos y dinosaurios. Habían 3 grupos principales de arcosaurios: reptiles voladores, cocodrilos y los dinosaurios. Tienen 4 patas, aunque las serpientes y algunos lagartos no tienen.

Algunos reptiles como tortugas y lagartos, son independientes de sus orígenes acuáticos, esto gracias a su piel dura, escamosa y húmeda que protege el cuerpo. Se caracterizan por tener 4 patas excepto las serpientes.

## SISTEMA NERVIOSO

El encéfalo consta de 3 partes. El prosencefalo, conformado por el telencéfalo y el diencéfalo sigue el mesencefalo, con los tectum óptico y la región peduncular (coordinación motriz). El rombencéfalo comprende al bulbo raquídeo y está conformada por el mielencéfalo (que incluye al cerebelo que es pequeño y angosto) y el metencéfalo.

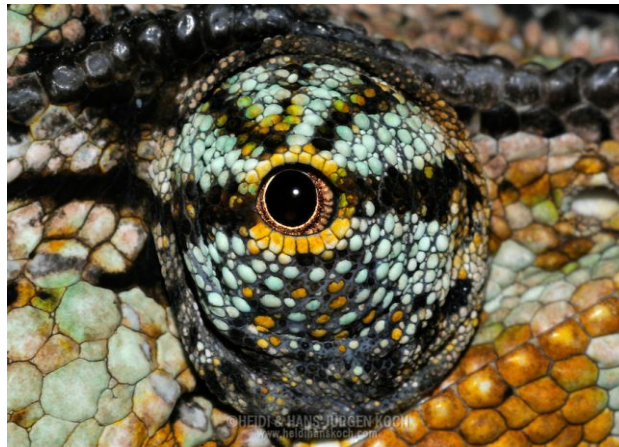
El movimiento ocular es independiente, cada ojo tiene profundidad. La cornea es divergente esto aumenta la resolución de las imágenes, y ven muy bien el color.

## SISTEMA VISUAL

La información visual es por termorreceptores situados en las zonas laterales de la cabeza “fosetas loreales” y membrana foseta rodeado por muchos nervios que capta radiación infrarroja de un animal de sangre caliente. Este sentido infrarrojo es coordinado con la visión, formando una imagen térmica.

La cornea de las tortugas emydidae es muy desarrollada, tienen una visión muy aguda en el agua como para advertir la presencia de sus presas. En la superficie su visión es deficiente.

La tortuga marina *dermochelys coriacea* tiene mala visión en la superficie, como la mayoría de *cheloniidae*. La retina en las tortugas no tienen conos, solo bastones. Tan solo son sensibles a la luz.



Fotografía de Heidi y Hans-Jürgen Koch. 2008. *Chamaeleo Calyptratus*. Feature eyes.

## MAMIFEROS

Los mamíferos se caracterizan por la presencia de glándulas mamarias que secretan leche y es de un alto poder nutritivo y alimenticio para sus crías. Son de sangre caliente y su boca esta rodeada de labios para poder amamantar.

## SISTEMA NERVIOSO

S.N.C: Encéfalo y medula espinal, cubiertas por el cerebro y columna vertebral. Envía información desde la zona sensitiva al encéfalo y a las zonas motoras. Realiza actos reflejos, que son respuestas rápidas, no interviene el encéfalo.

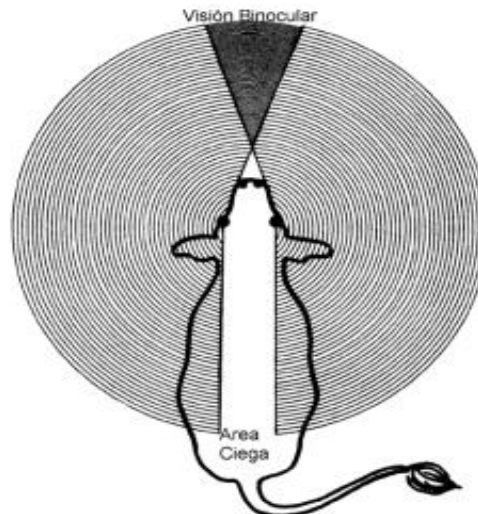
S.N.P: Nervios y neuronas que se extienden hacia los órganos. Coordina órganos internos por medio de respuestas involuntarias

## BOVINOS

Clase de mamíferos placentarios, cuadrúpedos y se caracterizan por productores de leche y carne, son animales domésticos y muy comunes para la vida diaria.

## SISTEMA VISUAL

Es el sentido más importante 50% responsable de información que reciben. Sin embargo la visión es muy pobre y solo recibe 1/50 comparada con el ser humano. Tienen tapetum Lucidum lo cual permite ver 4 veces mejor que el humano en la oscuridad. Tienen pupilas ovaladas horizontales teniendo un campo visual amplio, cuando están pastoreando pueden ver prácticamente 360 grados a su alrededor. El ojo detecta el más mínimo movimiento alrededor aunque no enfocan bien. Son sensibles en profundidad visual, bajan la cabeza para percibir la profundidad en el campo.



*Fotografía de Temple Grandin. 1985. editado por Marcos Giménez Zapiola. Publicado por Alberto, la estancia. 2012. la conducta animal y su importancia en el manejo del ganado.*

## **EQUINOS**

Es un mamífero placentario herbívoro, cuadrúpedo de cuello largo, domesticado por el hombre desde 3600 años a.c, la utilización de esta ganadería se conoce como equina y es muy común para montar o usarlo como carga.

## **SISTEMA VISUAL**

El ojo equino es el más grande de los mamíferos por eso ve las imágenes 50X. Tiene buen sentido de profundidad de los objetos que están delante de él, baja visión cercana, buena visión periférica, es dicromático y buena visión nocturna.

Campo visual es casi 350°, Punto ciegos frontal: 1m, Punto ciego posterior: 3m. Los músculos ciliares son débiles y la acomodación varia; la retina es en forma de rampa para enfocar de cerca sin cambiar la forma del cristalino, sólo la posición de la cabeza.



*Fotografía publicada por Jinete y Caballo. 2010. Campo Visual Equino. Los sentidos del Equino.*

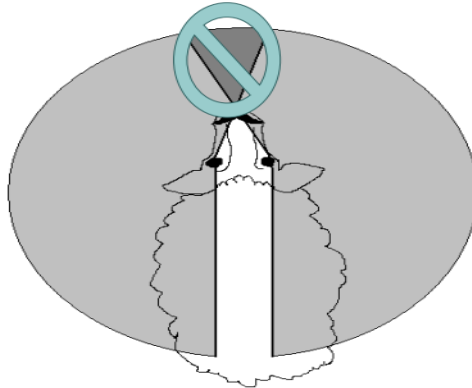


## OVINOS

Es un mamífero cuadrúpedo de la familia de los bovidae, ungulado, son animales domésticos hace 12.000 años, con el objetivo de aprovechar su piel, lana, carne y leche.

### SISTEMA VISUAL

No acomodan, levantar la cabeza para ver los objetos distantes, no tienen profundidad, pueden ver toda la gama de dos colores por lo general es amarillo verde, tienen un campo visual de 330° - 360° y una visión binocular de 25 - 50°.



*Foto publicada por la Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria. 2012. visión ovinos. Etología. Ovinos. Conducta en ovinos.*

## FELINOS

Periodo oligoceno (33 millones) - miacidae (dientes de sable). Familia de los felidae y orden carnívora. Poseen cuerpo esbelto, oído agudo y excelente visión. La mayoría son cazadores sigilosos.

### SISTEMA VISUAL

La visión de los felinos es extraordinaria, ven 10 veces mejor que los humanos y mucho mejor en la oscuridad. En el caso de los depredadores deben tener los sentidos del oído y visión extraordinaria ya que es indispensable para sobre vivir.

Las lagrimas se distribuyen sobre la superficie de la cornea por la acción de los párpados lubricándola. La conjuntiva:

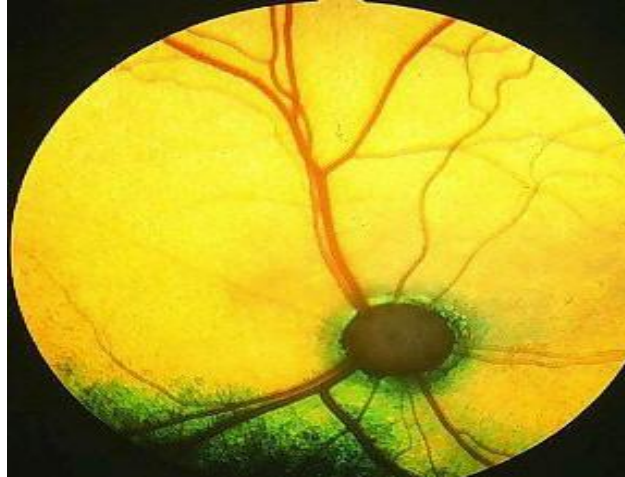
Capa mucosa: células caliciformes conjuntivales.

Capa acuosa: glándulas orbitarias y la del 3 párpado.

Capa oleosa: glándulas de meibomio (palpebrales).

Membrana es una protección la movilidad es reducida, es necesaria para la producción lagrimal y protege la cornea.

El tapetum compuesto por células que contienen zinc y riboflavina, hace el efecto reflejo esta debajo del epitelio pigmentario y la capa coriocapilar. Esto hace que los felinos tengan buena visión nocturna.



Fotografía de Ocularis. 2007. Tapetum Lucidum. La visión en los animales (II): adaptación a la oscuridad.

## CANINOS

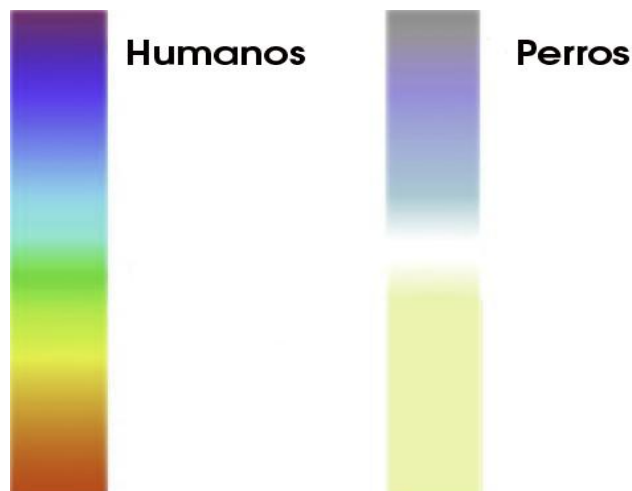
*Canis lupus familiaris*, mamífero carnívoro familia de los cánidos una subespecie del lobo (*canis lupus*). Gracias a la domesticación, su organismo se ha adaptado a cierta clase de alimentos, lo que implica que por tal adaptación el perro se ha vuelto omnívoro.

## SISTEMA VISUAL

La visión de los caninos no es tan buena como se piensa, a pesar de tener buena visión nocturna y también a larga distancia, su visión próxima es muy pobre y la percepción del color es dicromática.

## VISION CROMATICA

Las células retinales, perciben brillos y tonos mas o menos intensos. Los colores que mejor reconocen son el azul y el violeta, los tonos verdes y rojos los ven grises; los amarillos y naranjas, amarillentos.



Fotografía publicada por Sr Perro, la guía para animales urbanos. Blanco y negro o color, ¿Cómo ven los perros?

## SISTEMA VISUAL

Al tener los ojos separados hace que tengan un amplio campo visual: entre 355° a 290° y una visión binocular reducida. La visión próxima es disminuida, su visión es sensible al movimiento y detectan imágenes a 800m.

## RETINA

Tiene menos conos en la retina que el humano, por eso la visión diurna es mala, gracias al tapetum lucidum tiene buena visión nocturna.

## TAPETUM LUCIDUM

Está situada entre el epitelio pigmentario y los vasos sanguíneos de la coroides, en la mayoría de los vertebrados, reflejando luz devolviéndola a la retina, así hacen como efecto de "linterna" en la oscuridad: (*Eyeshine*).

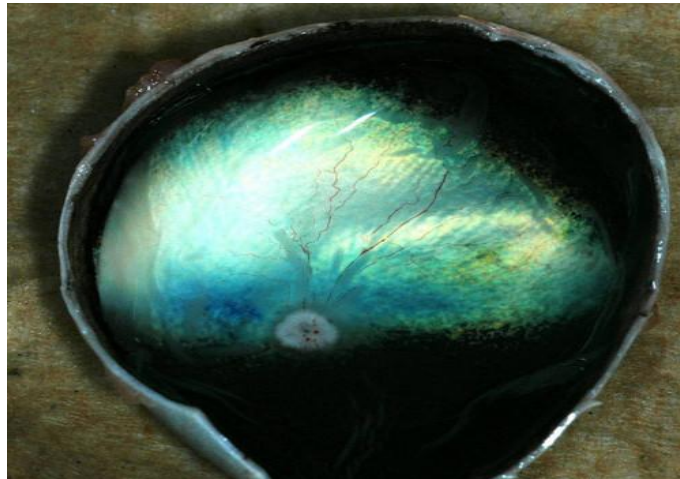
También llamado "tapete lucido" es una capa plateada de la esclerótica debajo de los bastones, están compuestas por cristales. Hidrato de Zinc-cisteína en los perros.

Tapetum lucidum dentro de la retina: Teleósteos, cocodrilos, marsupiales y murciélagos

Coroidal tapetum guanina: células-cristales guanina: Tiburones.

Cellulosum tapetum coroides-capa células cristales refractivos: Carnívoros y Cetáceos.

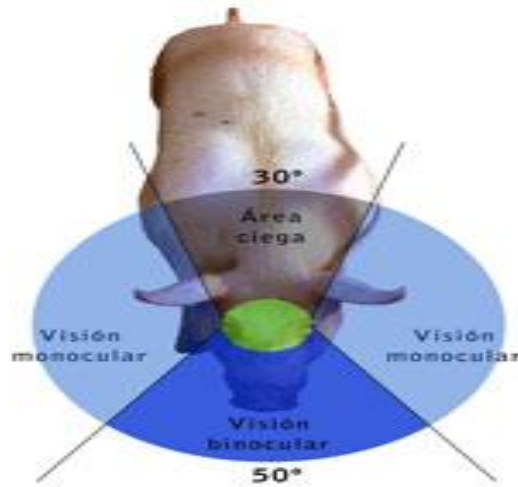
Coroidea tapetum fibrosum-matriz de fibras extracelulares: Vacas, Ovejas, Cabras y Caballos



Fotografía de Thomas. 2007. Canine Tapetum.

## PORCINOS

Mamífero de la familia de los suidae (*Sus scrofa ssp*) su nombre científico es *Sus scrofa*, proviene del (*jabalí*), su domesticación se inició en el Próximo Oriente hace unos 13.000 años. No tiene tapetum lucidum, no tiene buena visión binocular. Campo visual de 310° y visión binocular de 35-50°.



Fotografía de Antoni Dalmau., Pol Llonch., Antonio Velarde. 2008. Zona de visión monocular y visión binocular del cerdo. Visión y manejo del cerdo.