

## TEMA 4



# CHARLES DARWIN Y EL OJO

## PARTE 1.

## Los diferentes tipos de ojos

*Ariel A. Roth*  
*sciencesandscriptures.com*

# ESQUEMA

- 1. El problema del ojo**
- 2. Distintos tipos de ojos**
- 3. Cuatro sistemas ópticos**
- 4. Tres problemas que la  
variedad de ojos plantea a la evolución**
- 5. La solución evolucionista**
- 6. Conclusiones**
- 7. Cuestionario de repaso**

# **1. EL PROBLEMA DEL OJO**

# 1. EL PROBLEMA DEL OJO

Cuando observamos las estructuras más avanzadas de los organismos, como el ojo, el oído o el cerebro vemos que la evolución tiene graves problemas.

Los evolucionistas siguen sugiriendo que el ojo podría haber evolucionado por sí solo volviéndose más **avanzado gradualmente**. El evolucionista Douglas Futuyma de la Universidad de Michigan (y SUNYSB) en su libro *Evolutionary Biology* - el libro de texto sobre evolución más popular en los Estados Unidos-, escribe «**Parece que la evolución del ojo no resulta tan improbable. Cada uno de los múltiples tipos de fotorreceptores [ojos], desde los más simples a los más complejos, cumple una función adaptativa**» (3ª edición, p 683). Lo que Futuyma quiere decir es que hay una gran variedad de ojos funcionales y que estos representan diferentes adaptaciones a lo largo del proceso evolutivo.

# 1. EL PROBLEMA DEL OJO

**La Biblia ofrece una versión muy diferente de cómo se formaron el ojo y el oído.**

**En Proverbios 20:12 se nos dice “El oído que oye, y el ojo que ve, a ambos los hizo el Eterno.”**

**¿Quién está en lo correcto, los evolucionistas que afirman que los ojos se formaron poco a poco por sí mismos o la Biblia que afirma que Dios los creó?**

# 1. EL PROBLEMA DEL OJO

La cuestión de cómo surgieron los órganos complejos es uno de los problemas más importantes a los que se enfrenta la evolución. Durante los últimos dos siglos ha habido un persistente conflicto intelectual entre creacionistas y evolucionistas sobre el origen del ojo. Es una historia fascinante.

Como veremos en las dos próximas diapositivas, el argumento general de los evolucionistas es que mientras los diferentes ojos funcionales evolucionaban de más simples a más complejos, cada nuevo modelo otorgaba una mayor ventaja evolutiva y era conservado por selección natural. Más adelante ilustraremos de varias formas por qué esta última suposición no parece ser correcta.

# 1. EL PROBLEMA DEL OJO

**Charles Darwin, en una sección de su famoso libro, (1859) *The Origin of Species (El Origen de las Especies)*, p 168-171, titulada “ORGANOS DE EXTREMADA PERFECCIÓN Y COMPLEJIDAD” afirma:**

**“Suponer que el ojo, con todos sus inimitables mecanismos para enfocar a diferentes distancias, para admitir diferentes cantidades de luz y para la corrección del error esférico y cromático, pudo haberse formado por selección natural, parece, confieso abiertamente, absurdo en el más alto grado.”**

# 1. EL PROBLEMA DEL OJO

A continuación Darwin, señala que en el reino animal existe una **gran variedad** de ojos, desde un simple ocelo sensible a la luz hasta el ojo de un águila. Sostiene, además, que es razonable pensar que la "**selección natural o la supervivencia del más apto**" actuando durante millones de años en millones de individuos, pudiera producir instrumentos ópticos vivos "**superiores a uno de cristal.**" [Probablemente Darwin se refería al telescopio.]

Otros destacados evolucionistas siguieron a Darwin:



**George Simpson**, de la Universidad de Harvard, en su libro: *The Meaning of Evolution*, (*El Significado de la evolución*), 1967, p 168-175.

Argumenta, igual que Darwin, que dado que todos los ojos, desde los más simples a los más complejos, son funcionales, todos proporcionan una ventaja para la supervivencia.

**Richard Dawkins**, de la Universidad de Oxford, en *The Blind Watchmaker*, (*El Relojero Ciego*), 1986, p 77-87.

Sugiere que todos los tipos de ojos son útiles y proporcionan una ventaja para la supervivencia.

**Douglas Futuyma**, Universidad de Michigan. *Evolutionary Biology*, (*Biología Evolutiva*), 1998, 3ª Edición, p 682-684.

Propone que los distintos tipos de ojos proporcionan ventaja para la supervivencia y que las características avanzadas como el cristalino evolucionarían a partir de una masa vítrea.

**COMENTARIO:** Debemos tener presente que los ojos pueden proporcionar una ventaja para la supervivencia tanto si evolucionaron como si fueron creados por Dios.

# **2. DISTINTOS TIPOS DE OJOS**

## 2. DISTINTOS TIPOS DE OJOS

Dos tipos comunes de ojos:

- a. Algunos ojos son muy simples. Solamente indican si está oscuro o **si hay luz** presente o lo brillante que es la luz. No perciben los detalles. A estos los llamamos **ojos detectores de luz**.
- b. Los ojos más avanzadas, como los nuestros, detectan una **imagen fotográfica** de las cosas que miramos. A estos los llamamos **ojos formadores de imágenes**. Hay varios tipos de ojos que forman imágenes. Los cuatro principales son:

## 2. DISTINTOS TIPOS DE OJOS

Los cuatro tipos de ojos formadores de imágenes:

- a. **El ojo compuesto** de trilobites e insectos. Estan formados por muchas subunidades tubulares llamadas *omatidios*, cada uno orientado en una dirección ligeramente diferente. La imagen se forma mediante la combinación de lo que ve cada tubo.
- b. **El ojo simple (tipo cámara)** de muchos animales. Lo encontramos en algunos animales invertebrados como pulpos y calamares, y en vertebrados como nosotros mismos. Este tipo de ojo se caracteriza por tener una sola lente que enfoca los rayos de luz en una retina sensible a la luz que recubre la cavidad interior del ojo.

## 2. DISTINTOS TIPOS DE OJOS

Los cuatro tipos de ojos formadores de imágenes:

- c. **El ojo estenopeico** de los nautilus. Se parece al ojo sencillo (cámara), pero no tiene lente. En su lugar, deja pasar la luz a través de un pequeño orificio del tamaño de un alfiler. La luz procedente de direcciones ligeramente diferentes alcanza distintas partes de la retina. Funciona como las viejas cámaras estenopeicas que no tenían lente.
- d. **El ojo escaneador** de los pequeños crustáceos (copépodos) *Copilia* y posiblemente de algunos otros animales. Este ojo forma una imagen mediante el escaneo de la zona que se está mirando, algo así como una cámara de televisión.

En la sección 3 encontraremos detalles acerca de estos cuatro tipos de ojos formadores de imágenes, pero en primer lugar comentaremos algunas ideas introductorias.

## **2. DISTINTOS TIPOS DE OJOS**

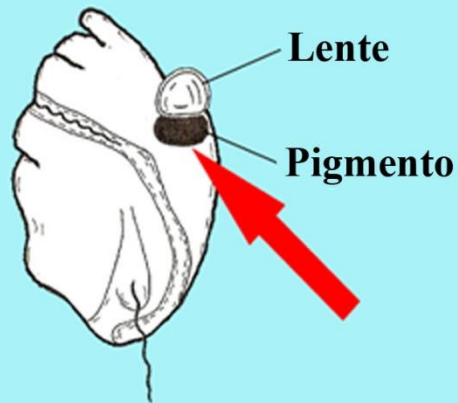
**En la siguiente diapositiva observamos tres ejemplos de "ojos" detectores de luz. Estos no forman imágenes. El pigmento que contienen absorbe o refleja la luz.**

**La ilustración de la izquierda es de un dinoflagelado, un pequeño protozoo unicelular.**

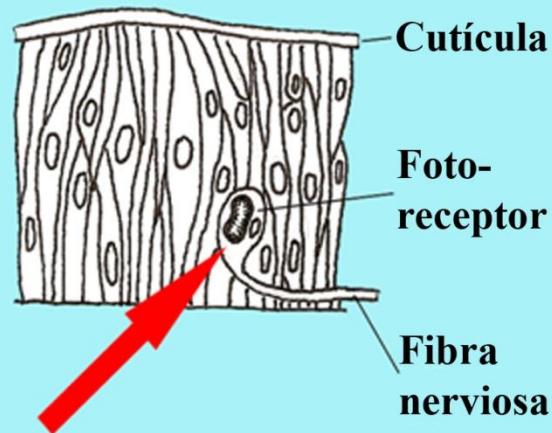
**Las ilustraciones central e izquierda corresponden a los los órganos sensibles a la luz (fotorreceptores) de dos tipos de gusano. Estos se encuentran cerca de la superficie exterior (piel) de los organismos (cutícula, epitelio). La superficie se encuentra en la parte superior de los diagramas. La luz procede de arriba.**

**En las lombrices los numerosos órganos sensibles a la luz tienden a concentrarse cerca de los extremos del gusano.**

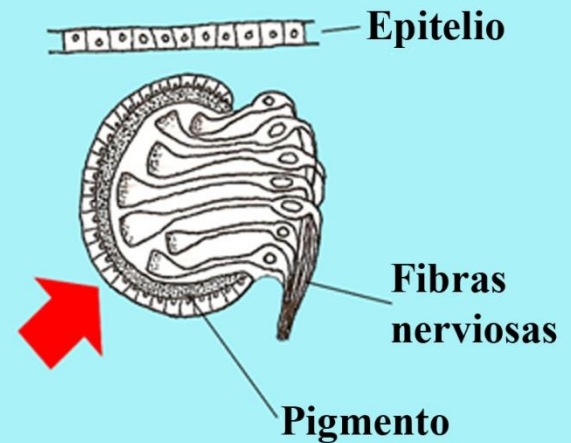
# “OJOS” DETECTORES DE LUZ



**Dinoflagelado**



**Lombriz**



**Platelminto**

Modificado de Cronly-Dillion y Gregory, 1991. Evolución del Ojo y los Sistemas Visuales.

Tres ejemplos de ojos detectores de luz. Estos ojos detectan la luz, pero no forman una imagen del entorno en el que se encuentra el organismo.

## **2. DISTINTOS TIPOS DE OJOS**

### **LOS OJOS DE LOS CARACOLES**

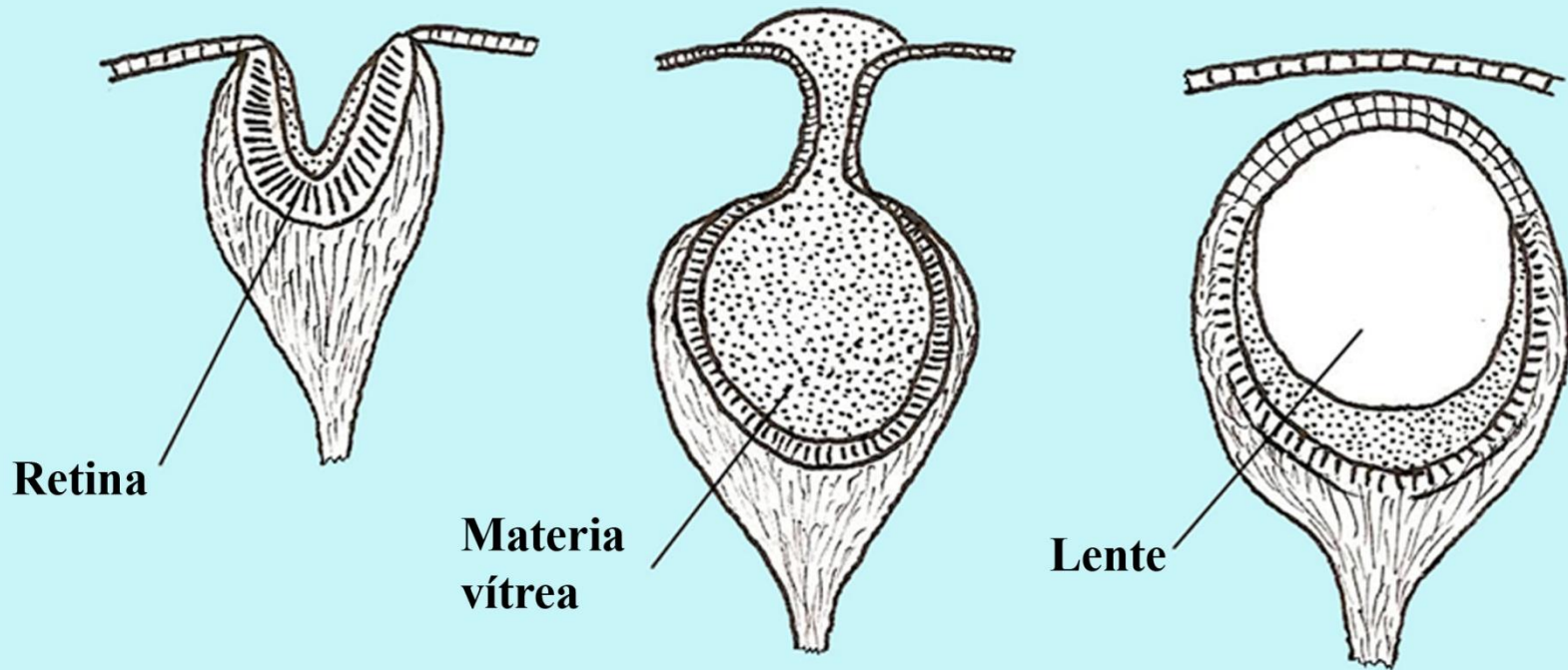
**Los caracoles presentan distintos tipos de ojos, desde una simple copa óptica hasta un ojo con lente.**

**Que estos ojos puedan detectar la dirección de la que procede la luz o formar imágenes precisas es discutible. Su estructura indica que no pueden proporcionar más que una imagen muy rudimentaria del entorno.**

**En la siguiente figura podemos ver los distintos tipos de ojos de los caracoles. De izquierda a derecha, los evolucionistas presentan esta secuencia como ejemplo de cómo evolucionaron los ojos desde estructuras más simples más avanzadas. Este parece ser su mejor ejemplo, ya que se trata de cambios limitados en el mismo tipo básico de animales. En la naturaleza, sin embargo, los ojos pueden ser muy diferentes tanto en su estructura básica como en su función. Debido a estas grandes diferencias entre animales, es difícil imaginar cómo pudieron evolucionar unos de otros.**



# OJOS DE CARACOLES



Basado en Salvini-Plawen y Mayr 1977, de Hilger y Hess.

**Tres tipos de ojos encontrados en diferentes tipos de caracoles.  
Lo más probable es que estos ojos no formen imágenes.**

## **2. DISTINTOS TIPOS DE OJOS**

### **LOS OJOS FORMADORES DE IMÁGENES**

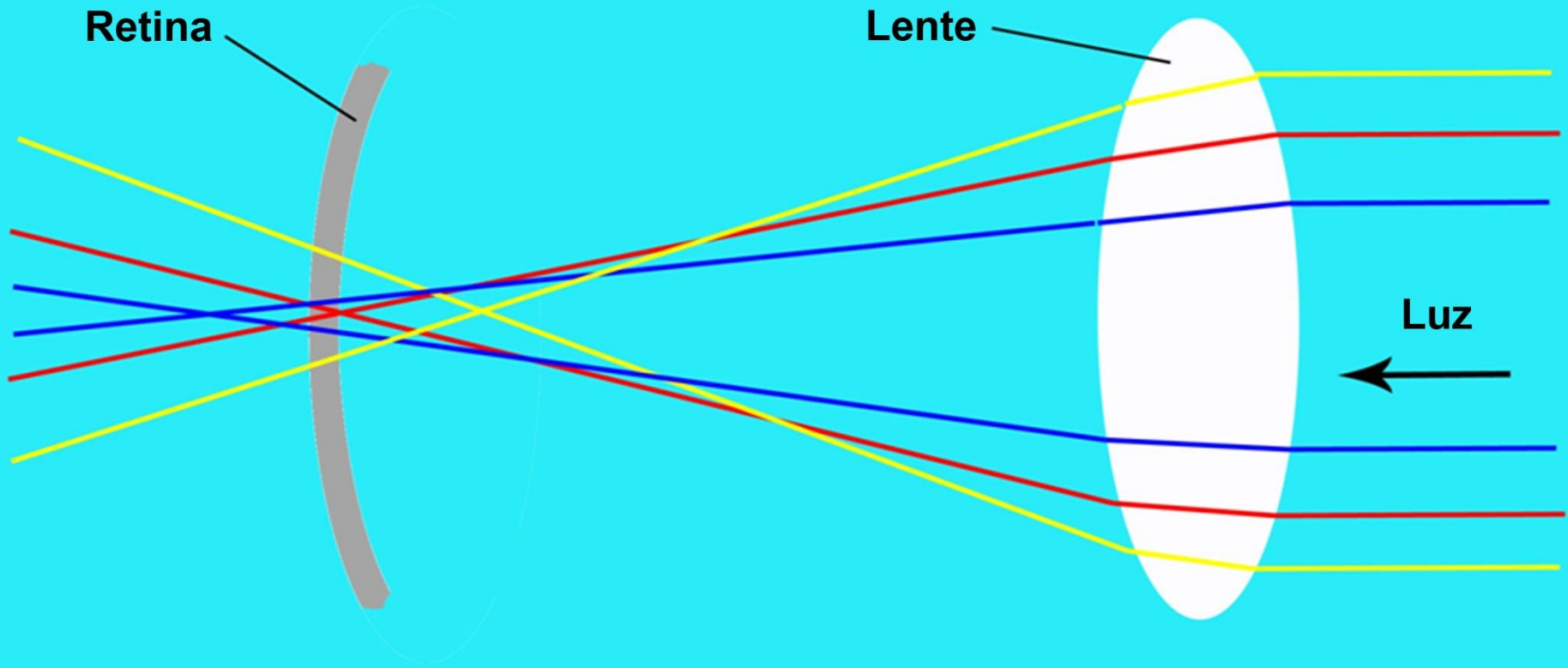
**Para tener un ojo formador de imágenes capaz de detectar los detalles, se necesita un mecanismo que enfoque la luz. Teniendo esto en cuenta, el ojo normal (simple) también llamado ojo tipo cámara, que es el tipo de ojo que tenemos los humanos, en realidad no tiene nada de simple. A continuación examinaremos con detalle los 4 tipos principales de ojos formadores de imagen del reino animal.**

## **2. DISTINTOS TIPOS DE OJOS ENFOCANDO**

Para formar una imagen que muestre detalles, los rayos de luz procedentes de diversos puntos se deben cruzar entre ellos, es decir, enfocarse (converger) en la retina. Si el foco se encuentra detrás o delante de la retina, la imagen en la retina será borrosa. La siguiente diapositiva lo ilustra: Las líneas de colores que representan algunos rayos de luz. Es fundamental poder observar detalles que el cristalino, la lente del ojo, enfoque los rayos de luz justo sobre en la retina, como en el caso de las líneas rojas de la ilustración.

En muchos vertebrados, incluidos nosotros, el enfoque se realiza por medio de los músculos del ojo, que cambian la forma de la lente de modo que los rayos convergen justo sobre la retina. Cuando enfocamos, un complejo sistema detecta si la imagen está desenfocada y dirige a los músculos que cambian la forma de la lente hasta que se forma una imagen nítida.

# LA NECESIDAD DE UN ENFOQUE PRECISO



Observemos que las líneas rojas se cruzan entre ellas (es decir, convergen) justo en la retina mientras que las líneas azules lo hacen detrás y las amarillas delante. Al cruzarse detrás o delante, el resultado es una imagen borrosa. Para obtener una imagen nítida, la lente debe enfocar todos los rayos de luz justo en la retina.

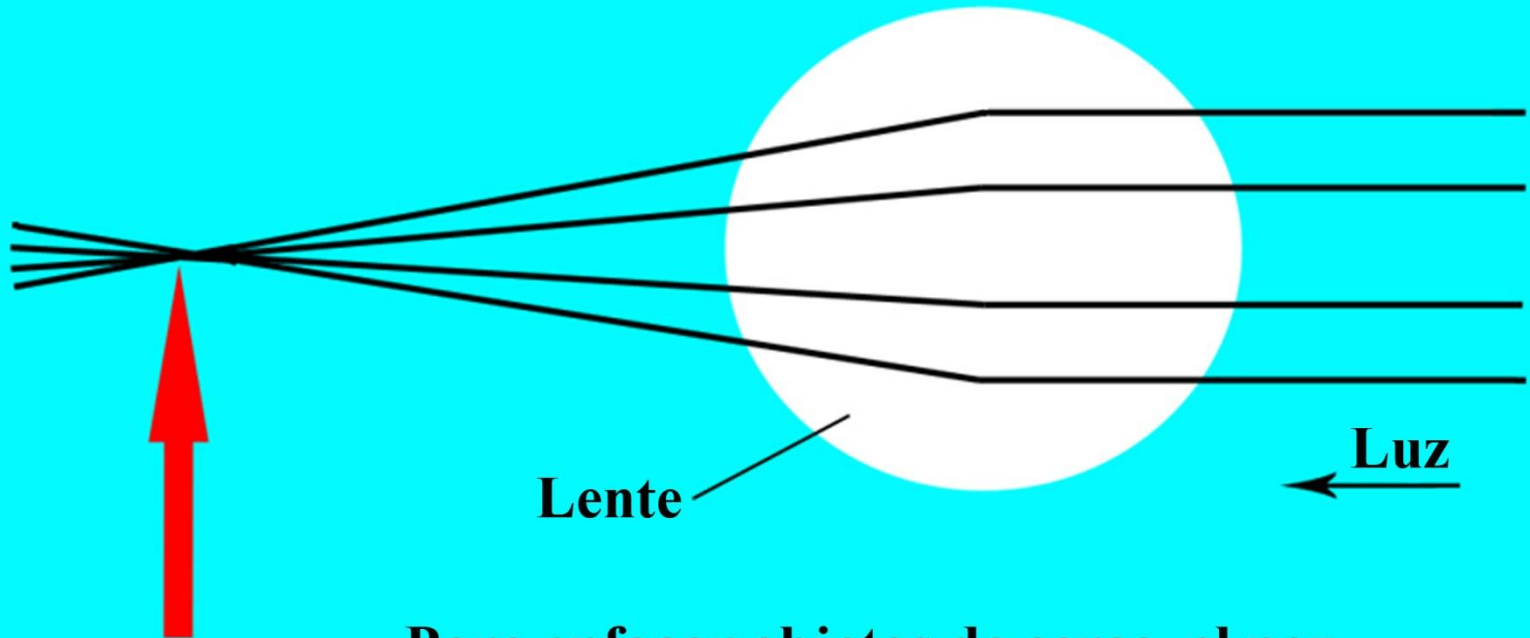
## 2. DISTINTOS TIPOS DE OJOS ENFOCANDO

Los peces utilizan un sistema de enfoque ligeramente distinto al nuestro. Como se ilustra en la siguiente diapositiva, tienen una lente esférica que en circunstancias normales no sería capaz de enfocar la luz en la retina. Sin embargo, mediante el uso de un *índice de refracción variable*, se consigue dicho enfoque (flecha roja). El índice de refracción es la curvatura que sufren los rayos de luz cuando entran en un medio con una velocidad de propagación diferente. Los peces tienen un índice inusual de refracción. Las lentes que fabricamos los humanos no suelen tener este sofisticado sistema de índice de refracción variable en una sola lente.

Cuando un pez mira un objeto cercano, cambia el enfoque mediante el uso de los músculos del ojo que mueven su lente esférica hacia adelante.

# EL OJO DE LOS PECES TIENE UNA LENTE ESFÉRICA

Los rayos de luz convergen en un plano (flecha), porque la lente tiene un índice de refracción variable, con mayor refracción en el centro de la lente que en la parte externa.



Para enfocar objetos de cerca, el pez mueve la lente hacia delante.

## **2. DISTINTOS TIPOS DE OJOS ENFOCANDO**

**La siguiente diapositiva muestra el banco de peces del Atolón Enewetak en el Océano Pacífico. Los peces mueven sus ojos para mirar en varias direcciones, así que, obviamente, son capaces de observar detalles. Es importante recordar que sus ojos son mucho más grandes que las pequeñas pupilas oscuras que destacan en la imagen. Un detalle trivial pero interesante es el extraño pez justo en el centro que nada en dirección opuesta al resto del grupo. ¡Independencia! Un curioso detalle de nuestro fascinante mundo natural.**



**Un banco de peces en el Atolón Enewetak de las Islas Marshall. El brillo del fondo proviene de arena blanquecina de coral.**



**3. LOS CUATRO  
SISTEMAS ÓPTICOS  
DE LOS OJOS  
FORMADORES DE  
IMÁGENES**

# **3. CUATRO SISTEMAS ÓPTICOS OJOS FORMADORES DE IMÁGENES**

**Como mencionamos anteriormente, los cuatro tipos principales de ojos formadores de imágenes son:**

**Compuesto**

**Simple**

**Estenopeico**

**Escáner**

**Cada uno de ellos utiliza un sistemas óptico diferente para formar imágenes nítidas. Los comentaremos de manera ilustrada en las siguientes 8 diapositivas.**

# 3. CUATRO SISTEMAS ÓPTICOS

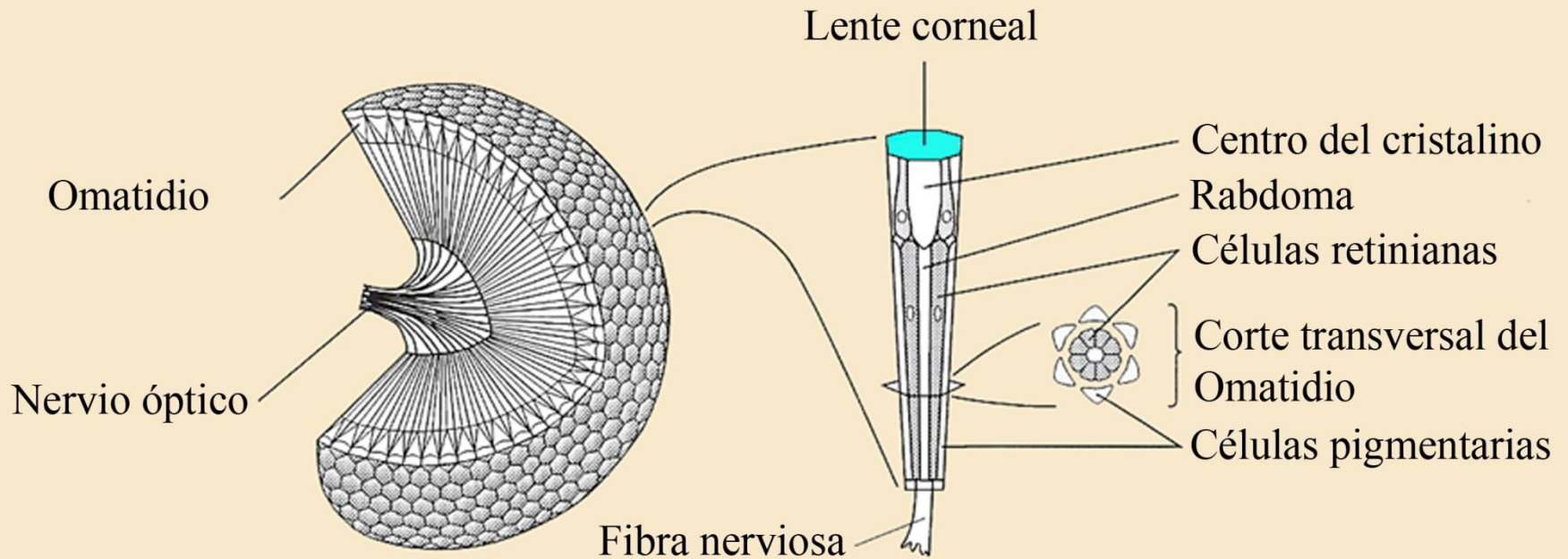
## OJO COMPUESTO

La siguiente diapositiva ilustra el ojo **compuesto**. Este tipo de ojo es capaz de formar imágenes de calidad. Se encuentra en muchos insectos y algunos otros organismos tipo cangrejo.

Este ojo se llama "**compuesto**", porque está formado por un gran número de subunidades tubulares llamadas *omatidios*, cada uno con su propia lente, y cada uno orientado en una dirección ligeramente distinta que los omatidios circundantes. Combinando lo que recibe cada omatidio, el organismo compone una imagen del exterior.

Un ejemplo familiar de ojo compuesto son los enormes ojos saltones que se observan a cada lado de la cabeza de una libélula. Esos ojos pueden contener hasta 28.000 omatidios.

# OJO COMPUESTO



Según: Raven and Johnson, 1992, p. 831

**EL OJO COMPUESTO. Cada ommatidio está orientado en una dirección ligeramente diferente y detecta lo que se encuentra en esa dirección.**

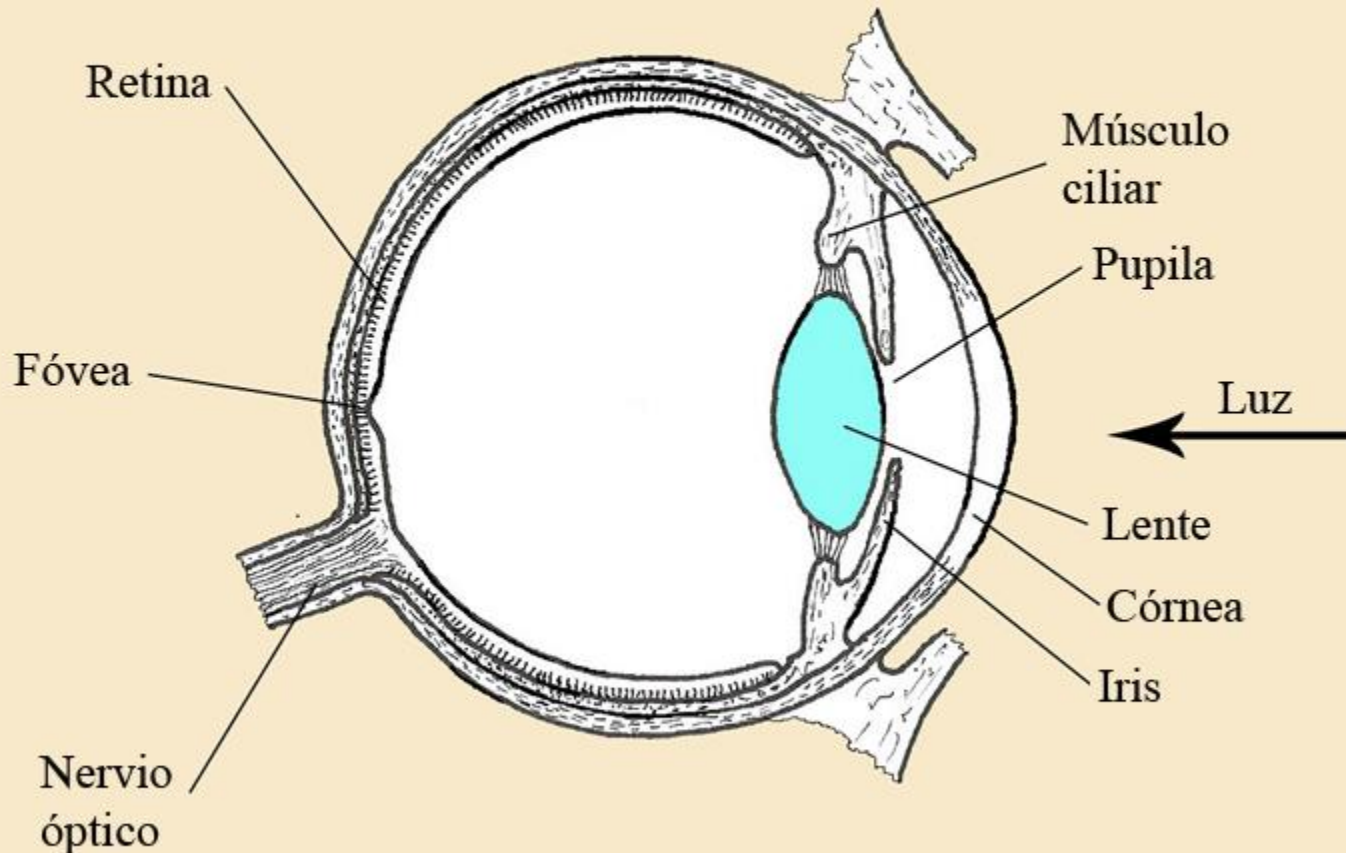
# 3. CUATRO SISTEMAS ÓPTICOS

## OJO SIMPLE U OJO TIPO CÁMARA

Los **vertebrados**, que incluyen los animales más conocidos como peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos, poseen lo que se llama ojo **simple** o **tipo cámara**. Se llama así porque tiene una sola lente, igual que una cámara fotográfica convencional. Esa única lente enfoca los rayos de luz que entran al ojo en la **retina**, la capa fotosensible que recubre el interior de una gran cavidad esférica , como se ilustra en la siguiente diapositiva.

La retina humana posee cien millones de células sensibles a la luz (los **fotorreceptores**, llamados **conos** y **bastones**). Tiene una pequeña zona especial que se encuentra justo frente a la lente llamada **fóvea**. En esta área, compuesta de unas 30.000 células fotosensibles, la visión es especialmente aguda. Usted mismo, al leer estas líneas, está utilizando su fóvea.

# OJO TÍPICO DE VERTEBRADO



**EL OJO SIMPLE O DE TIPO CÁMARA. Una única lente enfoca los rayos de luz procedentes de distintas direcciones en la retina.**

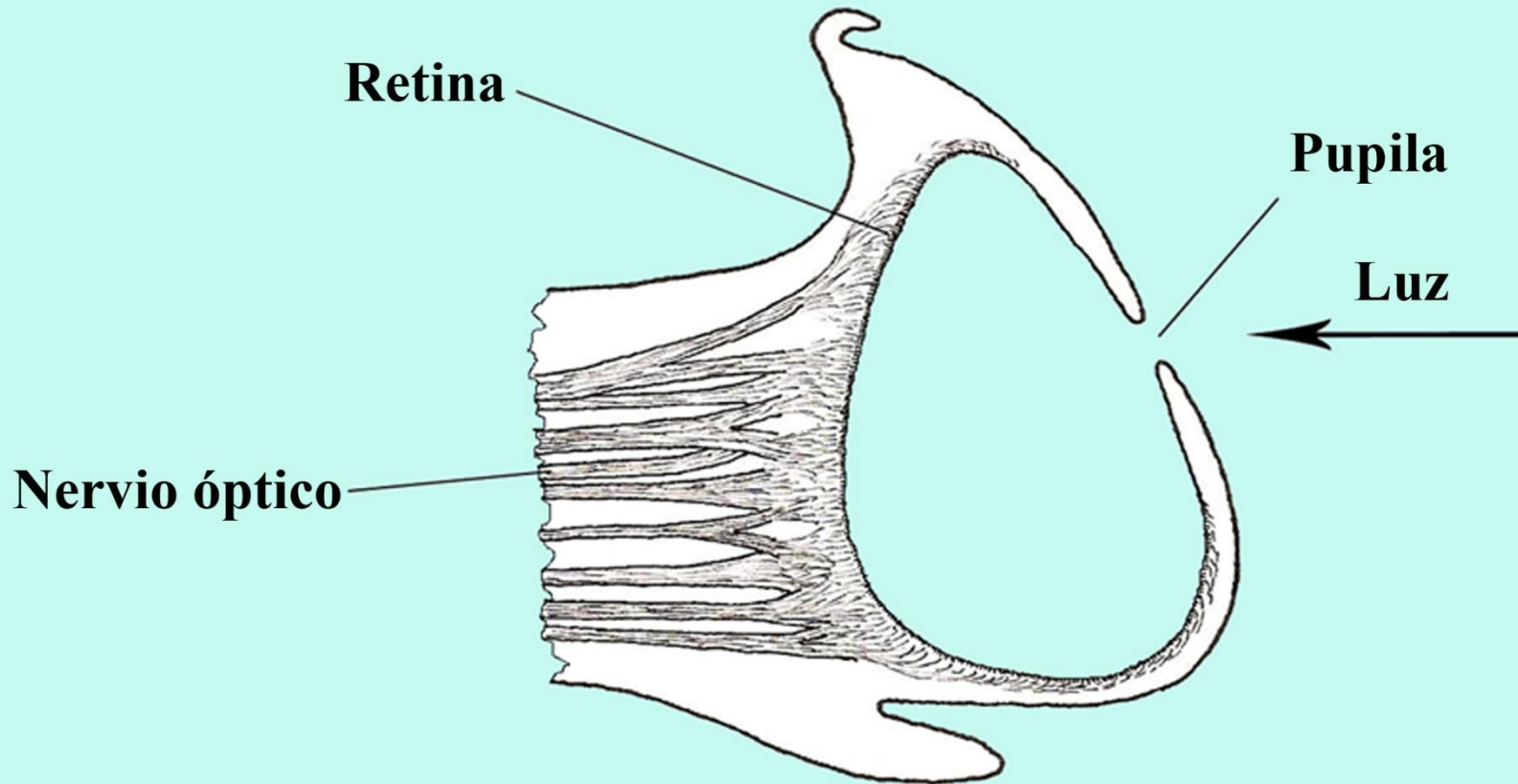
# **3. CUATRO SISTEMAS ÓPTICOS**

## **OJO ESTENOPEICO**

El ojo **estenopeico** es el más simple de los cuatro ojos formadores de imágenes que vamos a examinar. Lo encontramos en el nautilo, un organismo marino conocido especialmente por su hermoso caparazón.

Este ojo no tiene lente. En su lugar, tiene una pupila diminuta (como el orificio de un alfiler) que permite que la luz procedente de distintas direcciones alcance la retina pero limita el nivel de detalle de la imagen. El nautilo recibe una imagen moderadamente precisa de lo que hay en su entorno. La cavidad del ojo está abierta y se llena con agua del mar. Véase una ilustración en la siguiente diapositiva.

# OJO DEL NAUTILO



Procedente de Cronly-Dillion, Vol2 p 374, de Young, 1985

**EL OJO ESTENOPEICO. La luz procedente de diferentes direcciones alcanza diferentes partes de la retina debido a que sólo hay un pequeño orificio que permite la entrada de luz.**



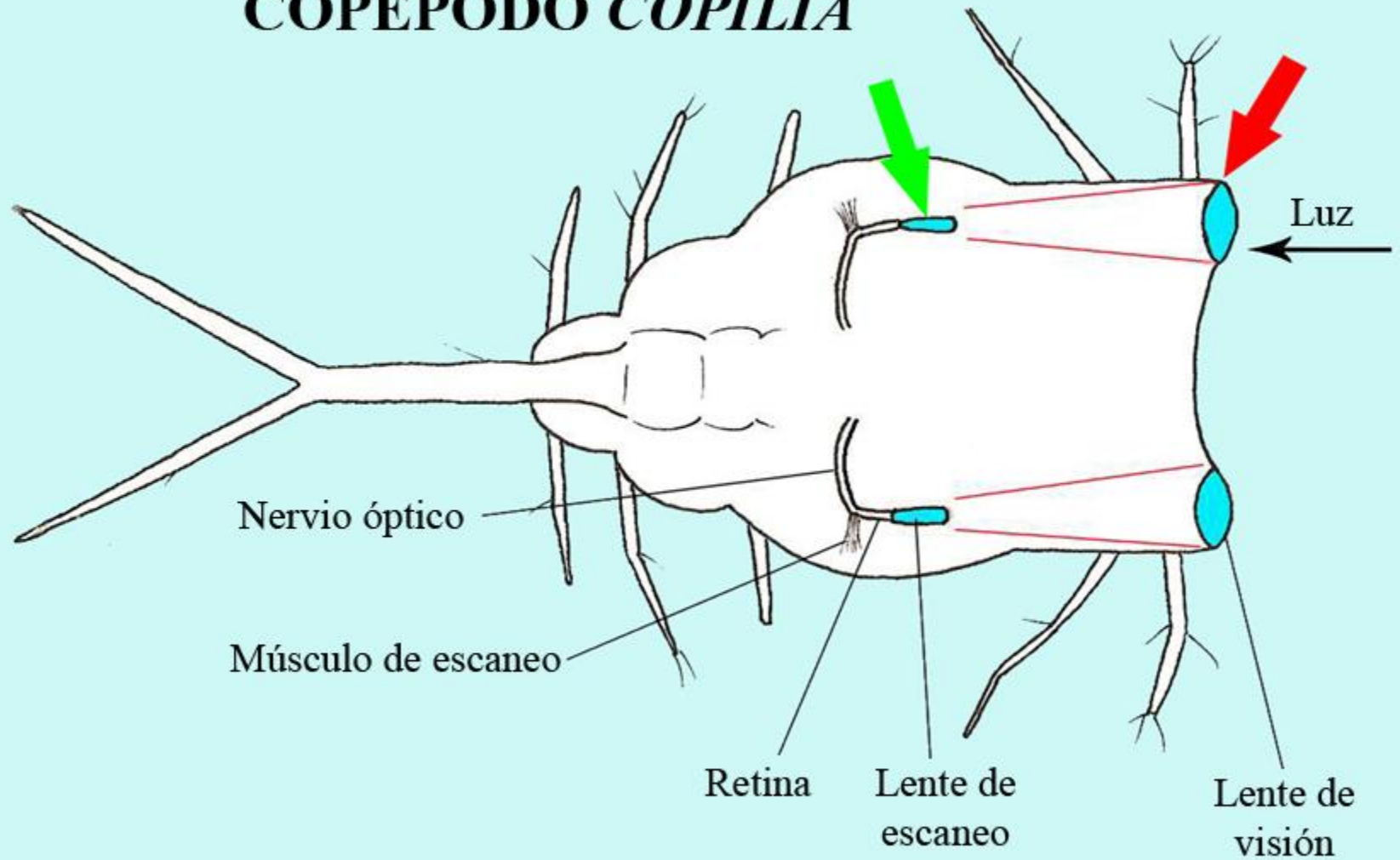
# 3. CUATRO SISTEMAS ÓPTICOS

## OJO ESCANEADOR

El **ojo escaneador** es un sorprendente productor de imágenes. Funciona más o menos como una cámara de televisión: escaneando. El mejor ejemplo se encuentra en el pequeño copépodo *Copilia*, un diminuto crustáceo que tiene un tamaño total de 1 milímetro y vive en el mar Mediterráneo.

La siguiente diapositiva nos muestra este organismo. La pequeña lente escaneadora azul (flecha verde), vibra hacia atrás y hacia adelante, a medida que escanea la imagen enfocada por la lente de visión más grande (flecha roja).

# EL SISTEMA ÓPTICO DE ESCANEEO DEL COPÉPODO *COPILIA*



**EL SISTEMA DE ESCANEO.** La imagen se forma por vibración de la lente de escaneo (flecha verde) que analiza la imagen enfocada por la lente de visión (flecha roja).

# **3. CUATRO SISTEMAS ÓPTICOS OJOS FORMADORES DE IMÁGENES**

**Tengamos en cuenta que los cuatro tipos de ojos utilizan mecanismos muy diferentes para formar imágenes. No parece que pudieran evolucionar unos de otros, ya que son esencialmente distintos. Cada sistema de formación de imágenes tuvo que desarrollarse más o menos de forma independiente, por lo que la propuesta de que los ojos evolucionaron gradualmente de simples a complejos resulta más complicada de lo que inicialmente aparenta. Algunos evolucionistas reconocen este problema.**

**4. TRES PROBLEMAS  
QUE LA VARIEDAD  
DE OJOS PRESENTA  
A LA EVOLUCIÓN**

**4. TRES PROBLEMAS QUE LA VARIEDAD DE OJOS PRESENTA A LA EVOLUCIÓN : (SE PROPORCIONA LA LISTA PARA COMPARACIÓN)**

**a. Encontramos ojos avanzados en organismos simples y ojos simples en organismos avanzados.**

**b. Animales evolutivamente aislados poseen ojos similares.**

**c. Organismos evolutivamente cercanos a veces presentan ojos muy diferentes.**

## **4. DETALLES DE LOS TRES PROBLEMAS QUE LA VARIEDAD DE OJOS PRESENTA A LA EVOLUCIÓN**

**(a) Encontramos ojos  
avanzados en organismos  
simples y ojos simples en  
organismos avanzados.**

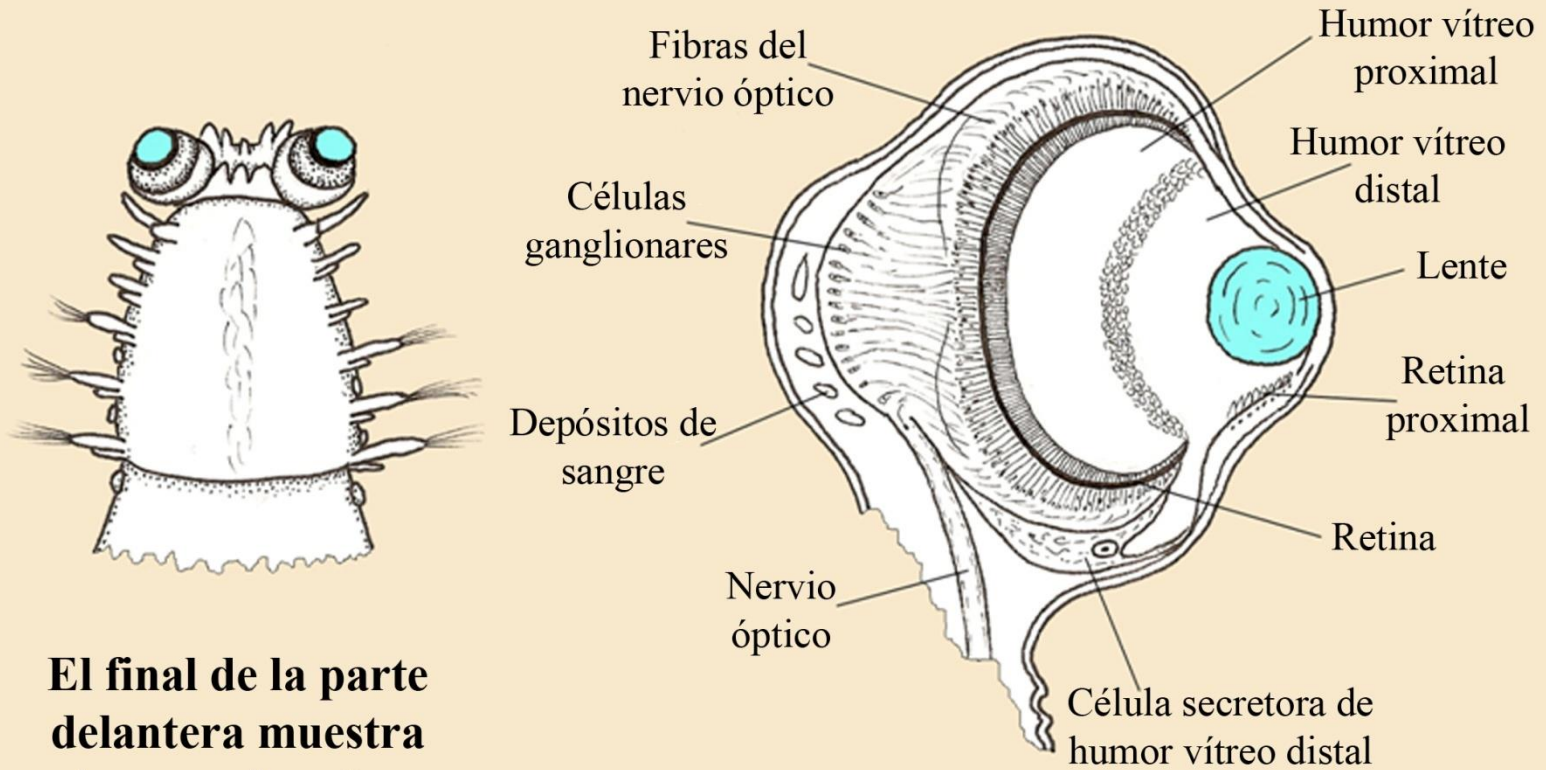
## **4. TRES PROBLEMAS PARA LA EVOLUCIÓN**

### **a. Ojos avanzados en organismos simples y ojos simples en organismos avanzados.**

Cuando se compara el grado de avance de los ojos con el grado de avance de los animales que los poseen aparecen sorpresas en varios grupos. Algunos animales simples poseen ojos avanzados y algunos animales más avanzados poseen ojos simples.

En la siguiente diapositiva se ilustra un pequeño gusano marino (del tipo poliquetos), que posee ojos avanzados capaces de enfocar mediante el ajuste del volumen del compartimento distal del cuerpo vítreo. Estos ojos forman imágenes. Además, dado que este gusano posee músculos que mueven los ojos en diferentes direcciones, parece que este gusano "simple", que tan sólo mide alrededor de 6-8 milímetros de largo, está haciendo algo más con sus ojos que simplemente detectar la luz. Está observando.

# OJOS DE ALGUNOS GUSANOS POLIQUETOS



**El final de la parte delantera muestra dos grandes ojos.**

## Detalles del ojo

Procedente de Duke-Elder. 1985. *The eye in evolution*, de Hesse y Greef.

**OJOS de *Vanadis*, un pequeño gusano marino de menos de 1 centímetro.**

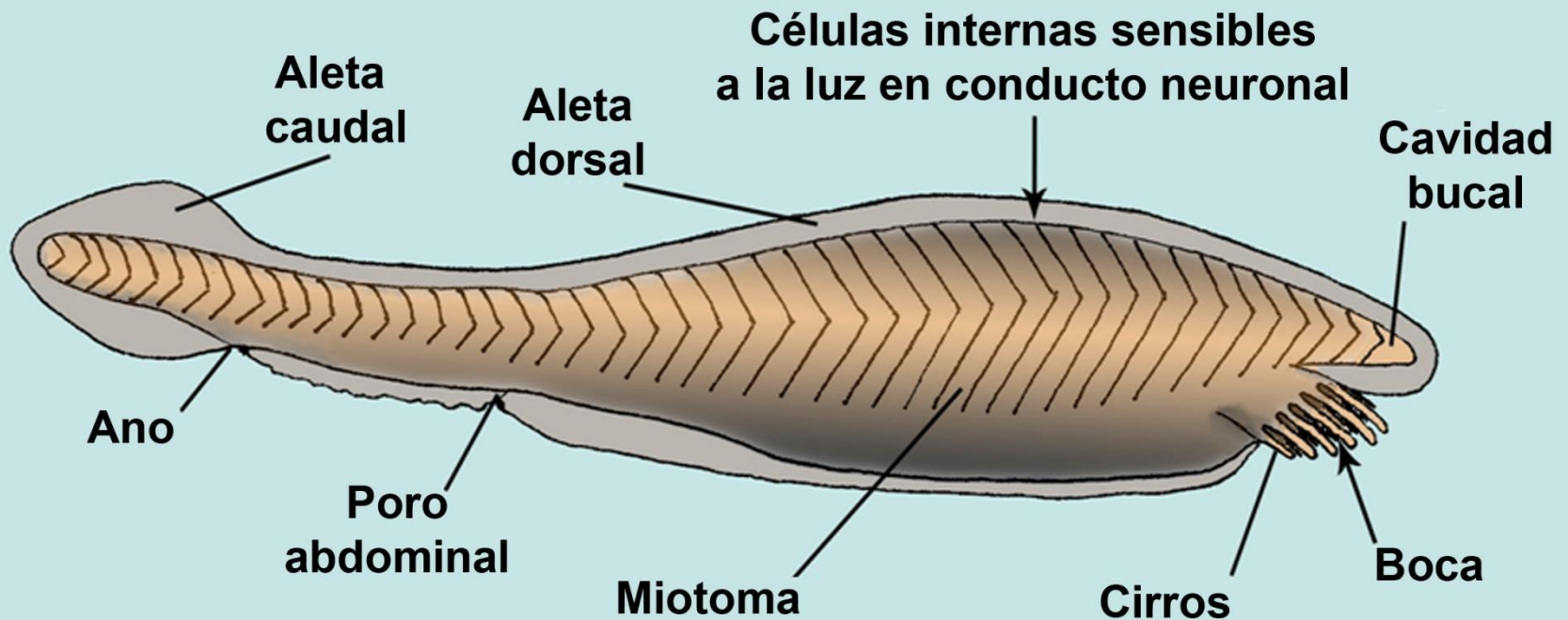


## 4. TRES PROBLEMAS PARA LA EVOLUCIÓN

### a. Ojos avanzados en organismos simples y ojos simples en organismos avanzados.

Por otra parte, hay organismos avanzados como las lancetas (siguiente diapositiva), que no tienen ojos verdaderos, tan sólo unas células sensibles a la luz en el tubo neural. Las lancetas, a menudo llamadas "amphioxus", pertenecen al filo Chordata (Cordados), que es el filo al que pertenecemos todos los vertebrados. Se considera que es el filo más avanzado. Las lancetas pueden alcanzar 10 centímetros de longitud y viven en el océano, a menudo con su extremo posterior enterrado en la arena y el extremo anterior sobresaliendo hacia el agua marina.

# LANCETA (ANFIOXO)



La lanceta marina *Branchiostoma* (anfioxo). Es un miembro del filo animal más avanzado (Chordata) y sin embargo no posee ojos formadores de imágenes.

**4. DETALLES DE LOS TRES PROBLEMAS  
QUE LA VARIEDAD DE OJOS PRESENTA  
A LA EVOLUCIÓN**

**(b) Animales  
evolutivamente aislados  
poseen ojos similares.**

## 4. TRES PROBLEMAS PARA LA EVOLUCIÓN

### **b. Animales evolutivamente aislados poseen ojos similares.**

La estructura básica del ojo de algunos invertebrados como el **calamar y el pulpo**, es básicamente igual a la de vertebrados como **reptiles, aves y humanos**. ¿Cómo podrían producir mutaciones aleatorias estructuras tan similares en animales tan distintos?

## 4. TRES PROBLEMAS PARA LA EVOLUCIÓN

### b. Animales evolutivamente aislados tienen ojos similares.

Los evolucionistas tratan de explicar por medio de lo que se conoce como *evolución convergente* (*evolución paralela*). Esto significa simplemente que estas estructuras similares evolucionaron independientemente. Pero producir el mismo tipo de ojo dos o más veces por medio de mutaciones **al azar** del ADN requeriría una cantidad descabellada de casualidades.

Por otra parte, la sugerencia de que algún tipo de proceso de trasplante de genes entre dos tipos de animales pudo transferir los **miles de genes** necesarios para producir las partes de un ojo avanzado, obteniendo así ojos similares en animales muy diferentes, es también poco realista. No hay ninguna prueba de que semejantes transferencias se produzcan entre animales de forma natural.

## 4. TRES PROBLEMAS PARA LA EVOLUCIÓN

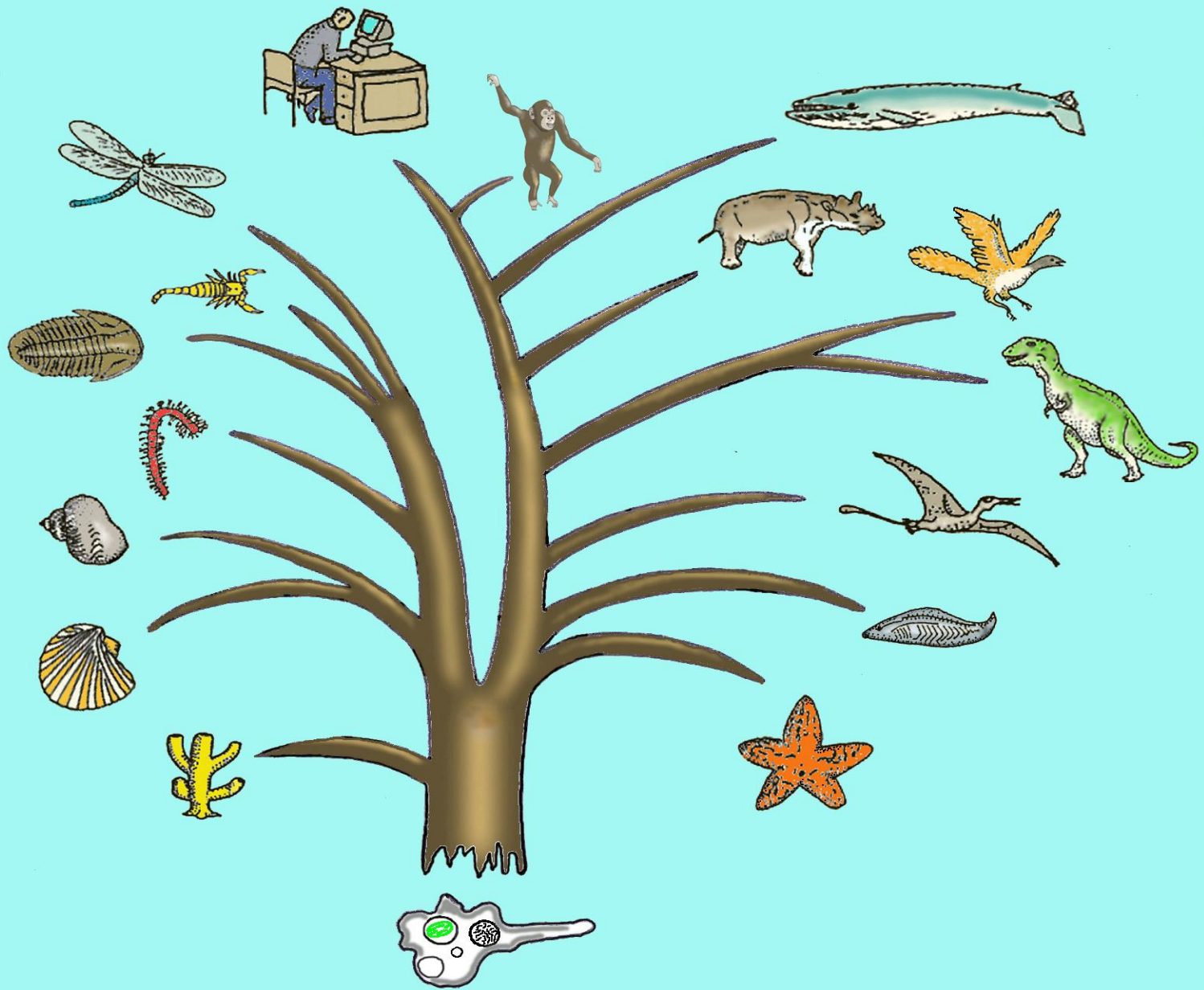
### b. Animales evolutivamente aislados poseen ojos similares.

El caso del ojo resulta especialmente difícil para los evolucionistas, porque de acuerdo con su teoría, ellos dividen el reino animal en dos grupos principales: **Deuteróstomos**, que incluyen los vertebrados (como nosotros) y los equinodermos (erizos de mar, estrellas de mar, etc.), y **Protóstomos**, que son la mayoría de los otros filos animales e incluyen caracoles, calamares y los insectos. Se supone que Protóstomos y Deuteróstomos han evolucionado independientemente a partir de un hipotético ancestro común de hace unos **630 millones de años**, muy anterior a los fósiles de ambos grupos y a la aparición de ojos en cualquiera de ellos. Sin embargo, la anatomía general de algunos de los ojos de los dos grupos es extremadamente similar. ¿Cómo pudo ocurrir algo así?

## **4. TRES PROBLEMAS PARA LA EVOLUCIÓN**

### **b. Animales evolutivamente aislados poseen ojos similares.**

La siguiente diapositiva ilustra el árbol evolutivo del reino animal. Este tipo de árboles se estudiarán más adelante en los temas sobre fósiles. Sin embargo, se pueden observar fácilmente las dos ramas principales del árbol. Los Protóstomos están en la rama izquierda, que incluye a los caracoles y a los calamares (moluscos). La rama derecha del árbol representa a los Deuteróstomos, que incluyen a las estrellas de mar y a los vertebrados como nosotros.



**ÁRBOL EVOLUTIVO DE LOS ANIMALES.** La rama principal izquierda representa los Protóstomos, la rama principal derecha representa los Deuteróstomos.



## **4. TRES PROBLEMAS PARA LA EVOLUCIÓN**

### **b. Animales evolutivamente aislados poseen ojos similares.**

La fotografía de un grupo de gansos de la siguiente diapositiva representa la parte Deuteróstoma del reino animal. Los ojos de los gansos y los nuestros son muy similares a los de un calamar o los de un pulpo, que pertenecen al grupo de los Protóstomos.



**Grupo de gansos, amigables pero cautelosos. La anatomía del ojo de los gansos y los calamares es notablemente similar.**

Foto de Lenore Roth.

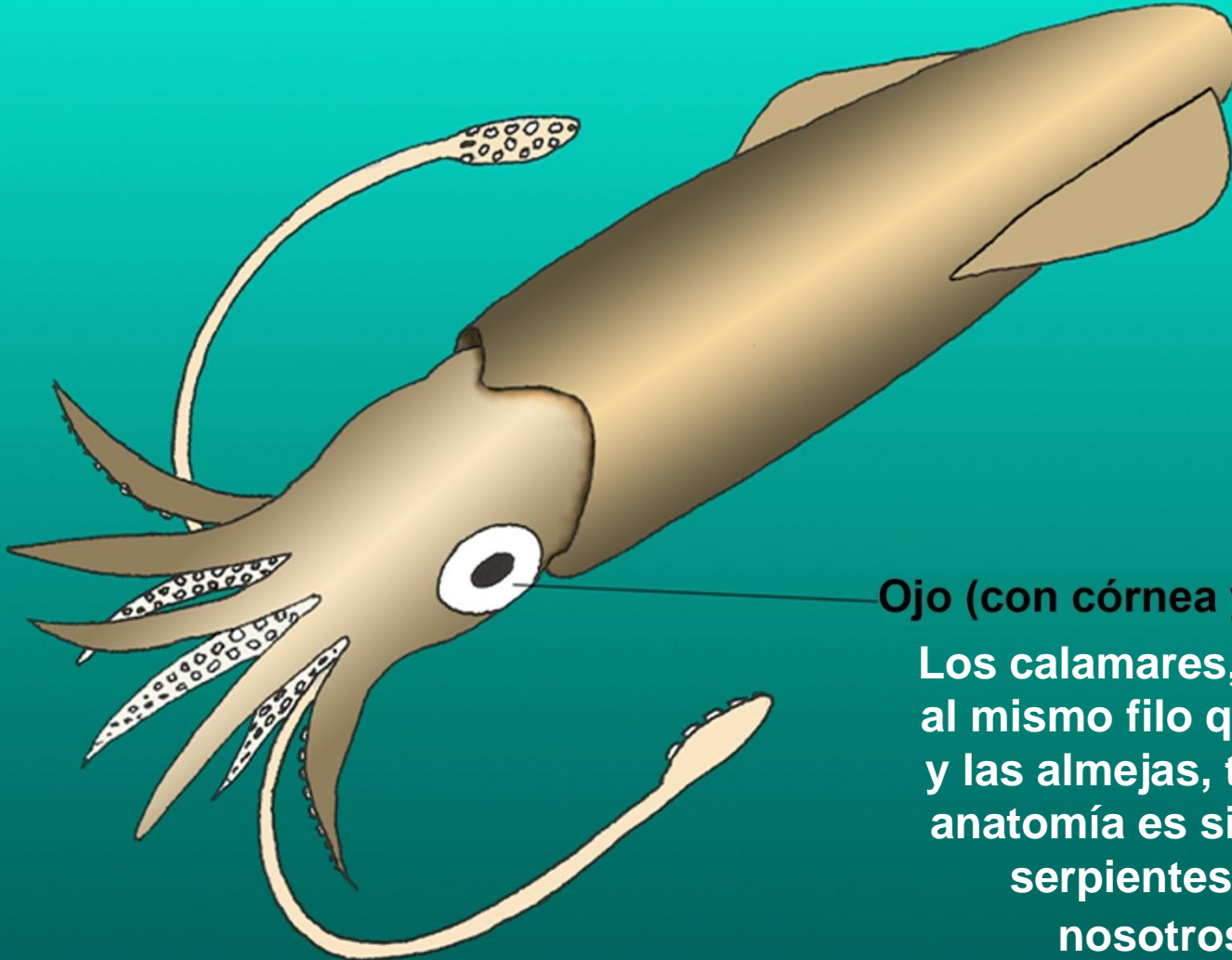
### **3. TRES PROBLEMAS PARA LA EVOLUCIÓN**

#### **b. Animales evolutivamente aislados poseen ojos similares.**

La siguiente diapositiva ilustra un calamar, perteneciente al grupo de animales Protóstomos. La mayoría de los calamares miden menos de un metro, sin embargo, algunos calamares gigantes se encuentran entre los animales más grandes que conocemos, alcanzando con sus largos tentáculos, hasta 20 metros.

Los calamares también tienen los ojos más grandes que conocemos. Viven en las profundidades del océano, donde apenas luz así que necesitan grandes ojos para capturar la mayor cantidad posible de luz con el fin de ver algo. El ojo de un calamar gigante puede ser más grande que una pelota de baloncesto, alcanzando los 40 centímetros de diámetro. Cada uno de esos ojos gigantes alberga mil millones de células sensibles a la luz (fotorreceptores).

# CALAMAR



Ojo (con córnea y lente)

Los calamares, que pertenecen al mismo filo que los caracoles y las almejas, tienen ojos cuya anatomía es similar a la de las serpientes, los lobos y nosotros mismos.

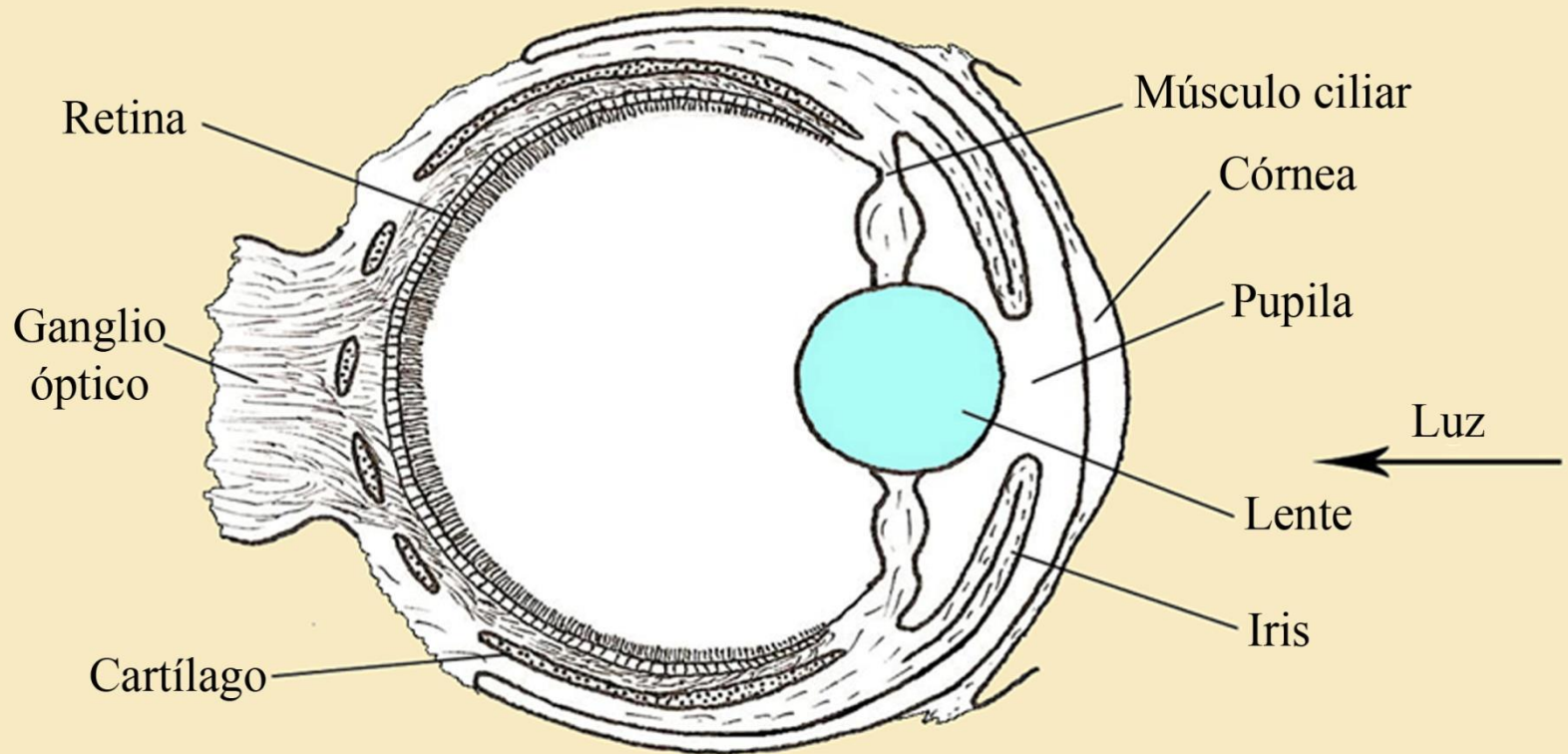
## **4. TRES PROBLEMAS PARA LA EVOLUCIÓN**

### **b. Animales evolutivamente aislados poseen ojos similares.**

En la siguiente diapositiva se ilustra la estructura del ojo del calamar (cefalópodo). Su estructura básica es idéntica a la del ojo de los vertebrados. A escala microscópica, las células sensibles a la luz de la retina de los dos grupos son diferentes y como veremos más adelante, esto da como resultado una disposición interna diferente para la retina, pero la anatomía básica del ojo del calamar y el de un vertebrado es la misma.

# OJO DE UN CEFALÓPODO

Típico ojo de cefalópodo, presente en calamares, pulpos y sepias.

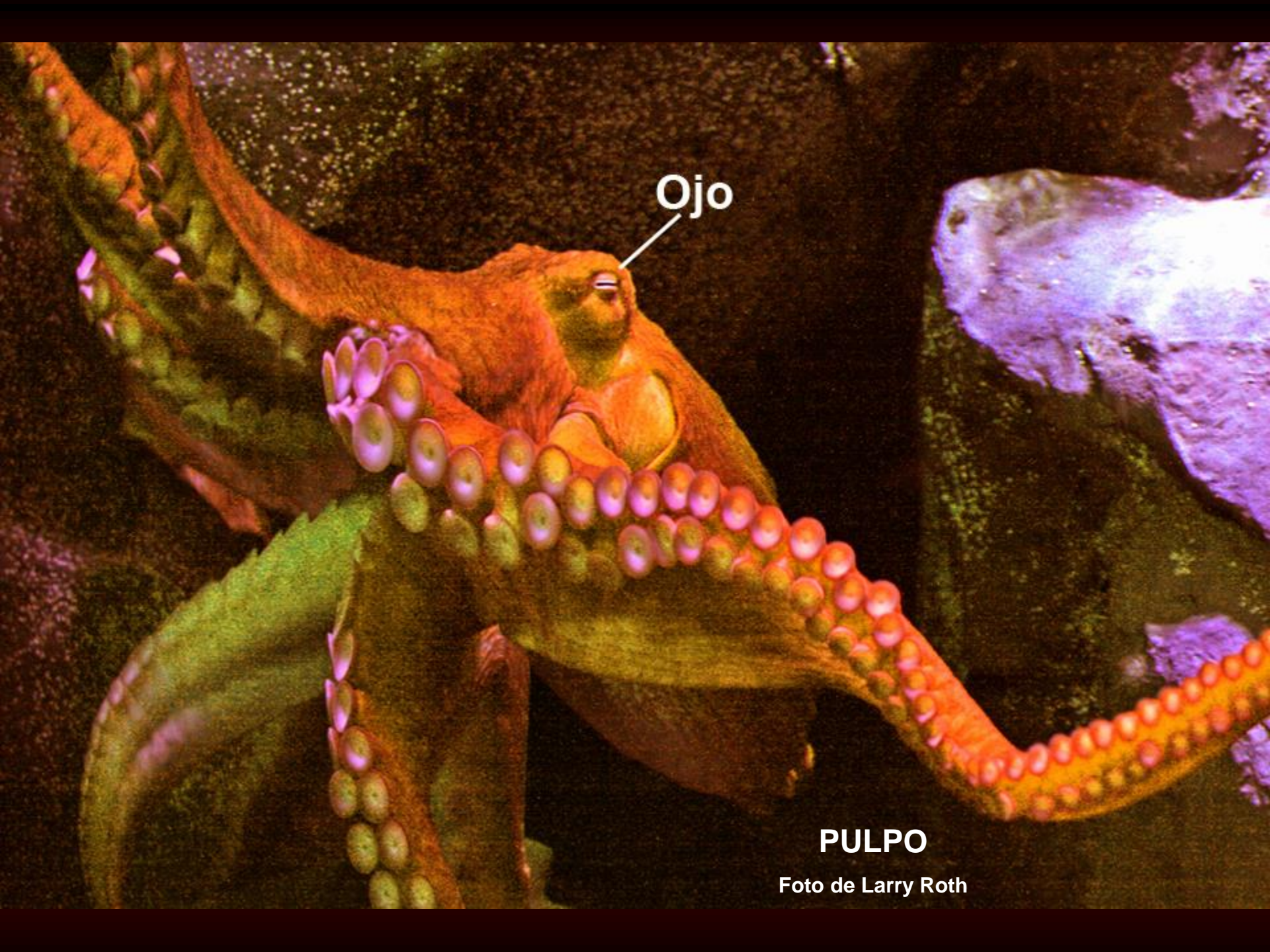


Basado en parte en Hegner RW. 1933. The invertebrates, Fig 274.

## **4. TRES PROBLEMAS PARA LA EVOLUCIÓN**

**b. Animales evolutivamente aislados poseen ojos similares.**

La siguiente diapositiva es una imagen de un pulpo (también un cefalópodo), que posee un ojo simple tipo cámara similar tanto al de un calamar como al de un pájaro.



Ojo

**PULPO**

Foto de Larry Roth



## 4. TRES PROBLEMAS PARA LA EVOLUCIÓN

### b. Animales evolutivamente aislados poseen ojos similares.

La siguiente diapositiva compara el ojo de los calamares con el ojo de los vertebrados mostrando su anatomía casi idéntica. El problema de la **evolución convergente** resulta significativo porque los calamares, los pulpos y las sepias son animales muy diferentes de los vertebrados. Los cefalópodos son moluscos, como los caracoles. No tienen columna vertebral como los vertebrados y tienen brazos carnosos en la base de la cabeza. Se mueven propulsados por un chorro de agua que dirigen en diversas direcciones. Los vertebrados, en cambio, pertenecen al filo Chordata que incluye a los animales con una columna vertebral bien desarrollada (peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos).

Estos dos tipos diferentes de animales tienen ojos muy similares. ¿Es posible que mutaciones aleatorias produjeran ojos tan similares en dos grupos de animales tan diferentes? Eso parece muy poco probable. La similitud parece indicar un diseñador común.

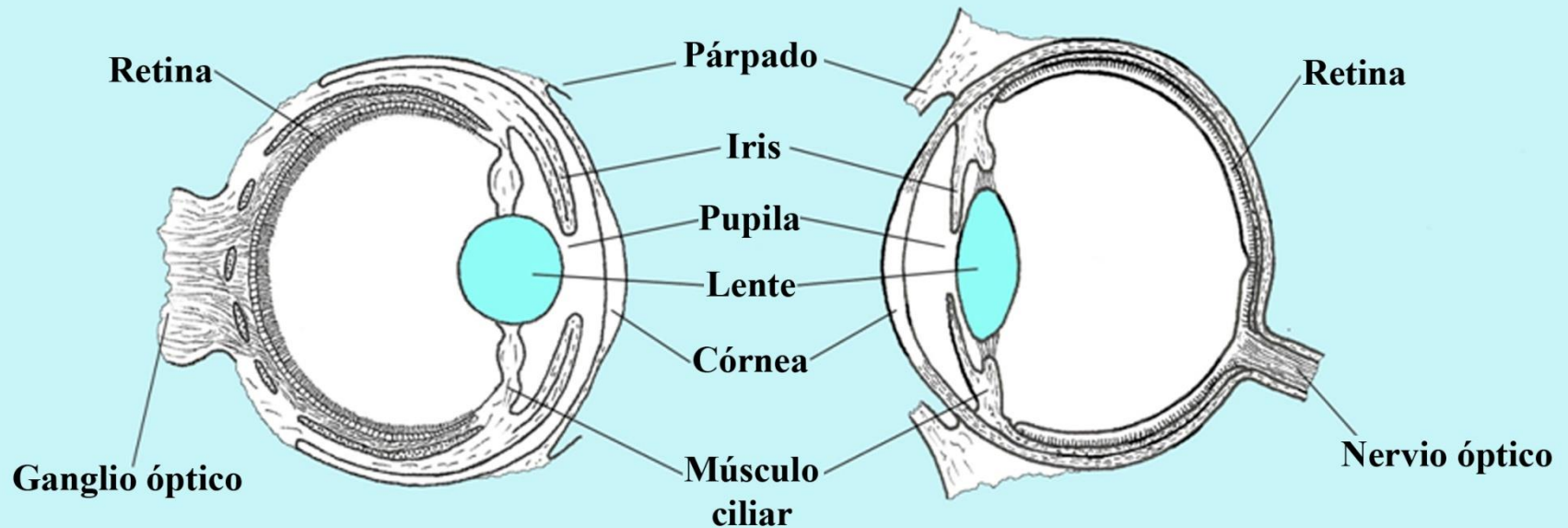
# SIMILITUDES EN LAS ESTRUCTURAS BÁSICAS DE LOS OJOS DE DOS TIPOS MUY DIFERENTES DE ANIMALES

## OJO DE CEFALÓPODO

Pulpos, calamares, sepias

## OJO DE VERTEBRADO

Peces, anfibios, (reptiles), aves, mamíferos



Basado en Hegner, 1933, Fig. 274; y Futuyma, 1998, Fig. 5:20

## **4. TRES PROBLEMAS PARA LA EVOLUCIÓN**

**(c) Organismos evolutivamente cercanos a veces poseen ojos muy diferentes.**

## **4. TRES PROBLEMAS PARA LA EVOLUCIÓN**

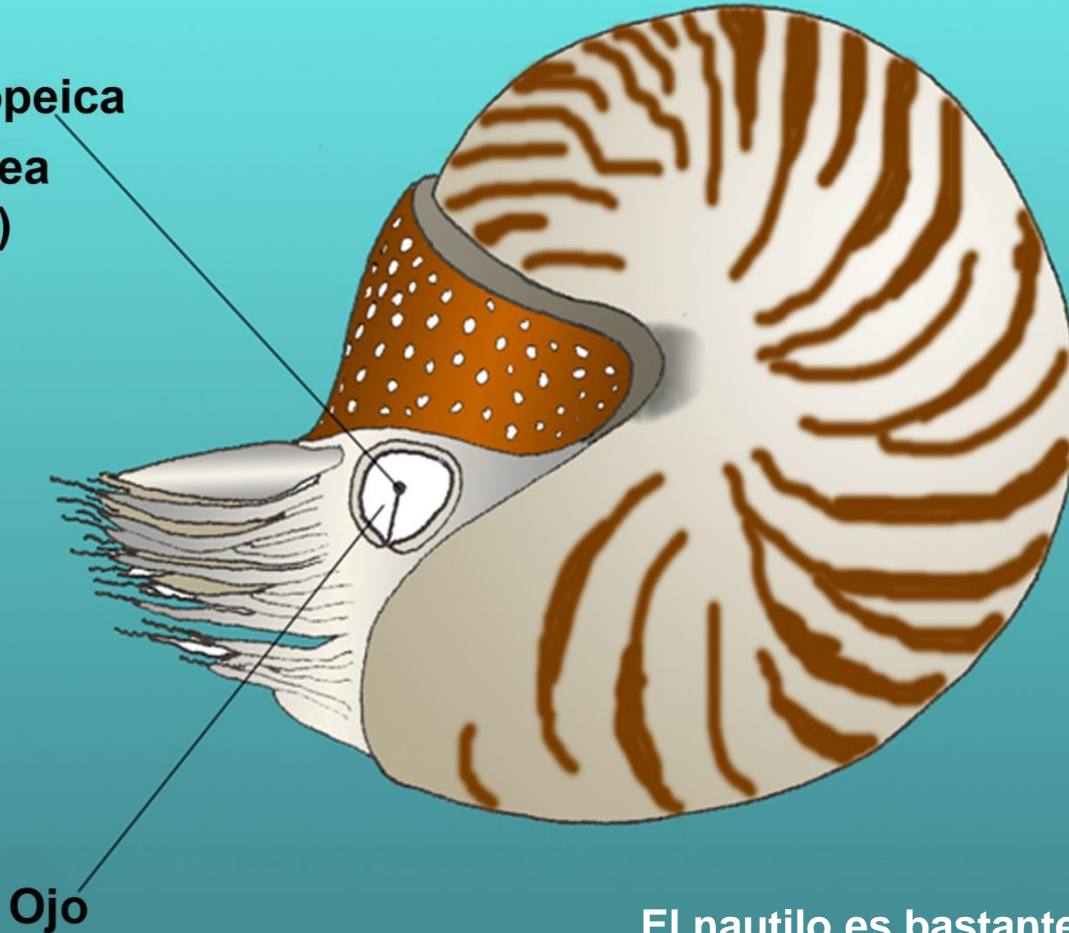
### **c. Organismos evolutivamente cercanos a veces poseen ojos muy diferentes.**

Recordemos que hemos comentado en detalle la similitud entre los ojos de los cefalópodos (calamares, pulpos, y sepias) y los ojos de los vertebrados. Curiosamente, en el grupo de los calamares (clase cefalópodos) encontramos el nautilo, que posee un tipo completamente diferente de ojos. El nautilo tiene la anatomía básica de un calamar, con numerosos brazos alrededor de la cabeza. Sin embargo, presenta una característica distintiva: está equipado con un caparazón en espiral dividido en cámaras que se construyen una por una. A medida que el animal crece va construyendo el caparazón y siempre vive en la última cámara, que es la más exterior y la más grande.

En la siguiente diapositiva, podemos ver al nautilo, con sus numerosos brazos y con su peculiar ojo.

# NAUTILO

**Pupila estenopeica**  
(Sin córnea  
ni lente)



**Ojo**

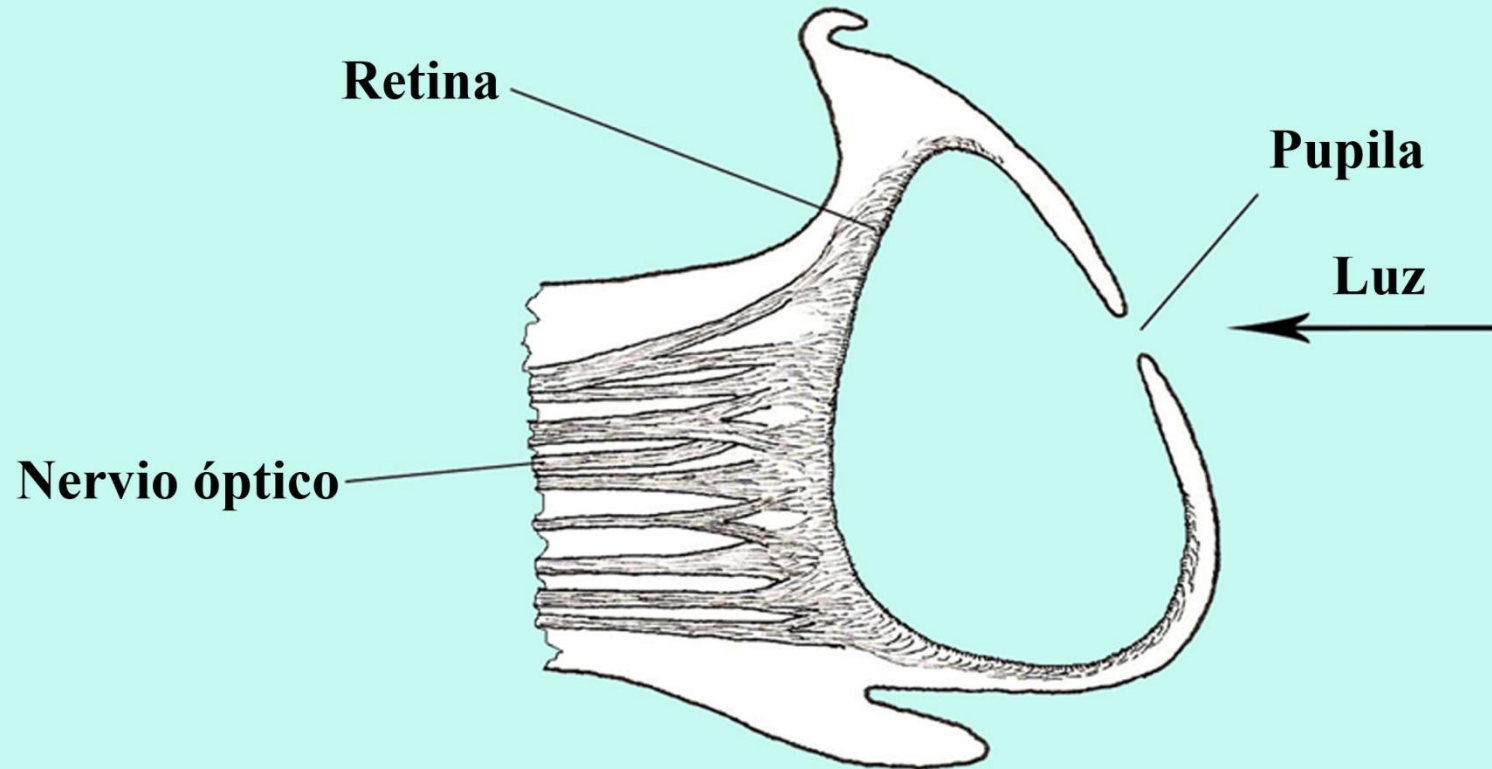
El nautilo es bastante similar a calamares y pulpos. Los pequeños brazos grises que se ven a la izquierda de la zona de los ojos se corresponden con los brazos más largos del pulpo y el calamar.

## **4. TRES PROBLEMAS PARA LA EVOLUCIÓN**

### **c. Organismos evolutivamente cercanos a veces poseen ojos muy diferentes.**

**El ojo del nautilo es relativamente simple. Se trata del ojo estenopeico mencionado anteriormente. Se compone de una sola cámara bordeada en su parte trasera por una retina sensible a la luz, y con un pequeño orificio en la parte delantera. Eso es todo. El nautilo vive en el océano y la cavidad del ojo se llena de agua del mar. No hay córnea, lente o iris. El orificio, indicado como "pupila" en la siguiente figura, es de alrededor de un milímetro de diámetro. El ojo estenopeico es un ojo formador de imágenes. Debido a que la pupila es tan pequeña, la luz que entra en el ojo procedente de un objeto pequeño sólo alcanza una pequeña área de la retina, proyectando dicho objeto pequeño; de esta misma manera se construye la imagen de todo lo que se encuentra alrededor del animal.**

# OJO DEL NAUTILO



Procedente de Cronly-Dillion, Vol2 p 374, de Young, 1985

**EL OJO ESTENOPEICO DEL NAUTILO. Se observa que no hay lente, iris ni córnea.**

## **4. TRES PROBLEMAS PARA LA EVOLUCIÓN**

### **c. Organismos evolutivamente cercanos a veces poseen ojos muy diferentes.**

Parece extraño que el nautilo, que es similar a los calamares, pulpos y sepias, posea un tipo tan diferente de ojo. Como se mencionó anteriormente, todos estos organismos son moluscos, miembros de la misma clase, los cefalópodos. Los evolucionistas asumen que todos ellos tuvieron un antepasado común. Si ese fuera el caso, se plantea la pregunta de por qué el nautilo desarrolló un tipo de ojo tan diferente al de sus parientes cercanos y sus antepasados. En lugar de eso, ¿podría ser simplemente que los distintos tipos de cefalópodos fueron creados por Dios?



## **4. TRES PROBLEMAS PARA LA EVOLUCIÓN**

### **(Resumen)**

**Encontramos animales similares, como el calamar y el nautilo, con ojos muy diferentes. Encontramos ojos simples en animales avanzados, como la lanceta (anfioxo), que apenas tiene ojos, y ojos complejos en animales simples, como en el caso de algunos gusanos poliquetos. Además, animales evolutivamente aislados, como los calamares y los vertebrados, tienen ojos similares. El desarrollo de la complejidad del ojo no sigue el orden esperado según las relaciones evolutivas propuestas.**

# **5. LA SOLUCIÓN EVOLUCIONISTA**

## 5. LA SOLUCIÓN EVOLUCIONISTA

Algunos evolucionistas reconocen las incongruencias presentadas anteriormente. Para resolver esto, proponen que el ojo evolucionó de **independientemente** muchas veces, quizá **16, 20, 40**, o incluso **¡65 veces!** Según este modelo, los diferentes tipos de ojos no evolucionaron unos de otros.

Esto tiende a **debilitar en gran medida** el argumento a favor de la evolución sugerido por los líderes evolucionistas y presentado anteriormente, a saber, que tanto los ojos simples como los complejos otorgan una ventaja evolutiva y esto implica que pudieron evolucionar unos de otros como indica Darwin. ¿Pueden los evolucionistas utilizar los diferentes tipos de ojos que encontramos para apoyar la evolución general del ojo de simple a complejo y por otro lado proponer una evolución separada para los diferentes tipos de ojos cuando la evolución general parece inverosímil? Estas dos afirmaciones son contradictorias.

## 5. LA SOLUCIÓN EVOLUCIONISTA

**El informe clásico que propone que los diferentes tipos de ojos evolucionaron de forma independiente es:**

**L. Salvini-Plawen (Univ. Vienna), Ernst Mayr, (Harvard). 1977. *On the Evolution of Photoreceptors and eyes (La evolución de fotoreceptores y ojos)*. *Biología evolutiva* 10:207-263.**

En este amplio documento, los autores concluyen que el ojo evolucionó muchas veces y declaran: "Los resultados de nuestro análisis corroboran por completo las afirmaciones de Darwin, pero también ponen de manifiesto numerosos problemas aún sin resolver."

**COMENTARIO:** Desafortunadamente, la primera parte de esta conclusión [en azul arriba] no es cierta. La tesis que proponen es que los distintos tipos de ojos evolucionaron de forma independiente, mientras que Charles Darwin propuso que la selección natural produjo gradualmente ojos avanzados a partir de ojos más sencillos.

**6. RESUMEN Y  
CONCLUSIONES DE  
LA PARTE 1“LOS  
DISTINTOS TIPOS DE  
OJOS”**

# **DARWIN Y EL OJO PARTE 1:**

## **6. RESUMEN Y CONCLUSIONES**

- 1. Los animales utilizan varios sistemas ópticos completamente diferentes entre sí para formar imágenes.**
- 2. El patrón de distribución de los diferentes sistemas ópticos a lo largo del reino animal **confunde las relaciones evolutivas propuestas (linajes).****
- 3. Debido a esto, algunos evolucionistas proponen que cuando aparece un nuevo tipo de ojo, este representa un nuevo linaje evolutivo, específico para ese ojo. En otras palabras, el nuevo tipo de ojo no evolucionó gradualmente a partir de otros ojos, evolucionó de forma independiente. Sin embargo, Darwin y otros sugieren que como tenemos una gran variedad de ojos, desde muy simples a muy complejos, todos ellos funcionales, la selección natural pudo producir ojos avanzados a partir de los simples. ¿Qué significa esto? ¿Es lógico que los evolucionistas expliquen la evolución del ojo por medio de dos teorías contradictorias?**

**7.**

# **CUESTIONARIO DE REPASO**

**(Las respuestas se ofrecen a continuación  
del cuestionario)**

# 7. CUESTIONARIO DE REPASO - 1

(Las respuestas se ofrecen a continuación del cuestionario)

- 1. Describe la diferencia entre lo que se ve dependiendo si se tiene un ojo detector de luz o un ojo formador de imágenes.**
- 2. Se han descrito cuatro clases básicas de ojos formadores de imágenes que utilizan sistemas ópticos muy diferentes, a saber: compuesto, simple, estenopeico y de escáner. ¿Cuáles son las implicaciones para la evolución de la existencia de tal variedad de sistemas ópticos?**



# CUESTIONARIO DE REPASO - 2

(Las respuestas se ofrecen a continuación del cuestionario)

3. ¿Cuáles son las implicaciones para la creación y para la evolución del hecho de que la anatomía general de los ojos de los vertebrados y los calamares sea esencialmente idéntica; de que los ojos del nautilo y del pulpo sean muy diferentes; y de que los ojos de un gusano poliqueto sean mucho más avanzados que los de la lanceta (anfioxo)?
4. Los evolucionistas dicen que los ojos simples pudieron evolucionar gradualmente hacia ojos más avanzados porque estos últimos, obviamente, otorgan una ventaja evolutiva. Al mismo tiempo, como se encuentran tipos de ojos muy diferentes en animales que se asume que están evolutivamente relacionados, y se encuentran animales simples con ojos avanzados y viceversa, asumen que los ojos evolucionaron muchas veces de forma independiente. ¿Cuáles son las implicaciones de estas diferentes líneas de razonamiento?

# CUESTIONARIO DE REPASO Y RESPUESTAS - 1

1. Describe la diferencia entre lo que se ve dependiendo si se tiene un ojo detector de luz o un ojo formador de imágenes

*El ojo detector de luz no reconoce la dirección de procedencia de la luz, por lo que sólo detecta si hay luz y, posiblemente, lo brillante que es dicha luz. En un ojo formador de imágenes se reconoce la forma de lo que se ve, porque el ojo es capaz de analizar las diferencia en la luz que proviene de varias direcciones.*

2. Se han descrito cuatro clases básicas de ojos formadores de imágenes que utilizan sistemas ópticos muy diferentes, a saber: compuesto, simple, estenopeico y de escáner. ¿Cuáles son las implicaciones para la evolución de la existencia de tal variedad de sistemas ópticos?

*Los sistemas son tan diversos y usan partes y métodos tan diferentes para formar una imagen, que no parece posible que un sistema pudiera evolucionar gradualmente a otro manteniendo la ventaja para la supervivencia a lo largo de la transformación. Algunos evolucionistas reconocen este problema.*

## CUESTIONARIO DE REPASO Y RESPUESTAS - 2

3. ¿Cuáles son las implicaciones para la creación y para la evolución del hecho de que la anatomía general de los ojos de los vertebrados y los calamares sea esencialmente idéntica; de que los ojos del nautilo y del pulpo sean muy diferentes; y de que los ojos de un gusano poliqueto sean mucho más avanzados que los de la lanceta (anfioxo)?

*Los calamares y los vertebrados son tipos muy diferentes de animales y los evolucionistas asumen que evolucionaron a partir de un ancestro común muy anterior a cualquier fósil que hayamos encontrado. Parece prácticamente imposible que mutaciones aleatorias actuando durante millones de años pudieran llegar a producir unos ojos tan similares. Estos ojos no tendrían por qué ser similares; encontramos muchos tipos diferentes de ojos en el reino animal. La similitud entre estos ojos de animales tan diferentes sugiere que fueron diseñados por el mismo creador.*

*El nautilo está estrechamente relacionado con el pulpo, por lo que ambos deberían tener el mismo tipo básico de ojo.*

*La lanceta pertenece al filo Chordata, que también es el nuestro y es el filo considerado más avanzado. Sin embargo, su “ojo”, que no es más que un conjunto de células fotosensibles, es mucho menos avanzado que los sofisticados ojos de algunos gusanos poliquetos “primitivos”.*

# CUESTIONARIO DE REPASO Y RESPUESTAS - 3

4. Los evolucionistas dicen que los ojos simples pudieron evolucionar gradualmente hacia ojos más avanzados porque estos últimos, obviamente, otorgan una ventaja evolutiva. Al mismo tiempo, como se encuentran tipos de ojos muy diferentes en animales que se asume que están evolutivamente relacionados, y se encuentran animales simples como ojos avanzados y viceversa, asumen que los ojos evolucionaron muchas veces de forma independiente. ¿Cuáles son las implicaciones de estas diferentes líneas de razonamiento?

*Este es un ejemplo de la gran flexibilidad de las explicaciones evolucionistas para interpretar diferentes tipos de datos. Los evolucionistas deberían ser más prudentes ya que usan el creciente grado de complejidad de los distintos tipos de ojos para explicar la evolución gradual del ojo cuando les conviene y cuando los datos no encajan, entonces proponen que los distintos ojos evolucionaron de forma independiente. A veces la evolución plantea varias explicaciones contradictorias para un mismo fenómeno y se hace difícil determinar cuál es la correcta.*

# OTRAS REFERENCIAS

Para un desarrollo más detallado y referencias adicionales, consultar los libros del autor (Ariel A. Roth) titulados:

1. **LOS ORÍGENES. ESLABONES ENTRE LA CIENCIA Y LAS ESCRITURAS.** (1999) Buenos Aires, Argentina. Editorial ACES.
2. **LA CIENCIA DESCUBRE A DIOS: Siete argumentos a favor del diseño inteligente.** (2009) Madrid, España. Editorial Safeliz

Información adicional disponible en la página web del autor (en inglés):

[www.sciencesandscriptures.com](http://www.sciencesandscriptures.com). Ver también numerosos artículos publicados por el autor y otros en la revista **ORIGINS**, de la que fue editor durante 23 años. Para acceder a *Origins*, visitar la página web del Geoscience Research Institute: [www.grisda.org](http://www.grisda.org).

Recursos web recomendados (en inglés):

Earth History Research Center <http://origins.swau.edu>

Theological Crossroads [www.theox.org](http://www.theox.org)

Sean Pitman [www.detectingdesign.com](http://www.detectingdesign.com)

Scientific Theology [www.scientifictheology.com](http://www.scientifictheology.com)

Geoscience Research Institute [www.grisda.org](http://www.grisda.org)

Sciences and Scriptures [www.sciencesandscriptures.com](http://www.sciencesandscriptures.com)

Otras páginas web que ofrecen variedad de respuestas relacionadas son : Creation-Evolution Headlines, Creation Ministries International, Institute for Creation Research, and Answers in Genesis. (En inglés)

# PERMISO DE USO

**Se concede y se anima al libre uso de este material, en su formato y medio de publicación original para fines personales y distribución no comercial. También se concede gratuitamente permiso para la impresión múltiple y su uso en aulas o en reuniones públicas con fines no lucrativos. Debe reconocerse apropiadamente al autor.**

**Al usar este material en este formato, debe mantenerse la atribución exacta de las ilustraciones. Muchas ilustraciones pertenecen al autor y se concede uso libre y gratuito. Sin embargo, para ilustraciones de otras fuentes puede ser necesario solicitar permiso a dichas fuentes para su uso en medios distintos del presente.**