

# De los datos a las imágenes

## Parte I

Dr. Luis Miguel de la Cruz Salas



# Percepción humana

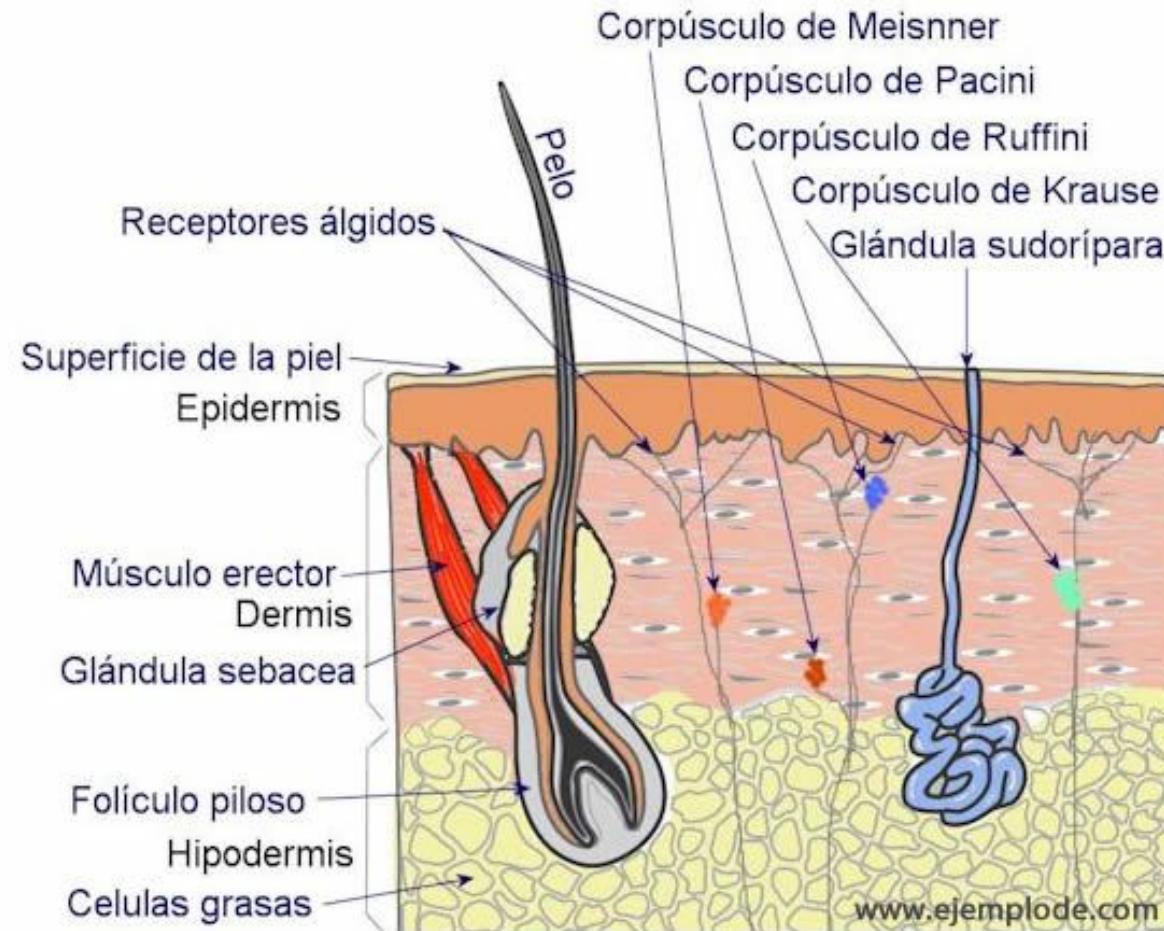


# Tacto

- Reside en todo nuestro cuerpo a través de la piel
  - Sentimos: frío, calor, presión, dolor, textura, aspereza, etc.
  - Tiene tres partes: la epidermis, la dermis y la hipodermis
  - Biosensores de la piel (corpúsculos):
    - los de Krause → frío;
    - los de Ruffini → calor;
    - los de Meissner → tacto fino;
    - los de Pacini → detectan la presión y deformaciones de la piel con respuesta rápida;
    - los de Merkel → detectan la presión de respuesta más lenta.



# Sentido del tacto

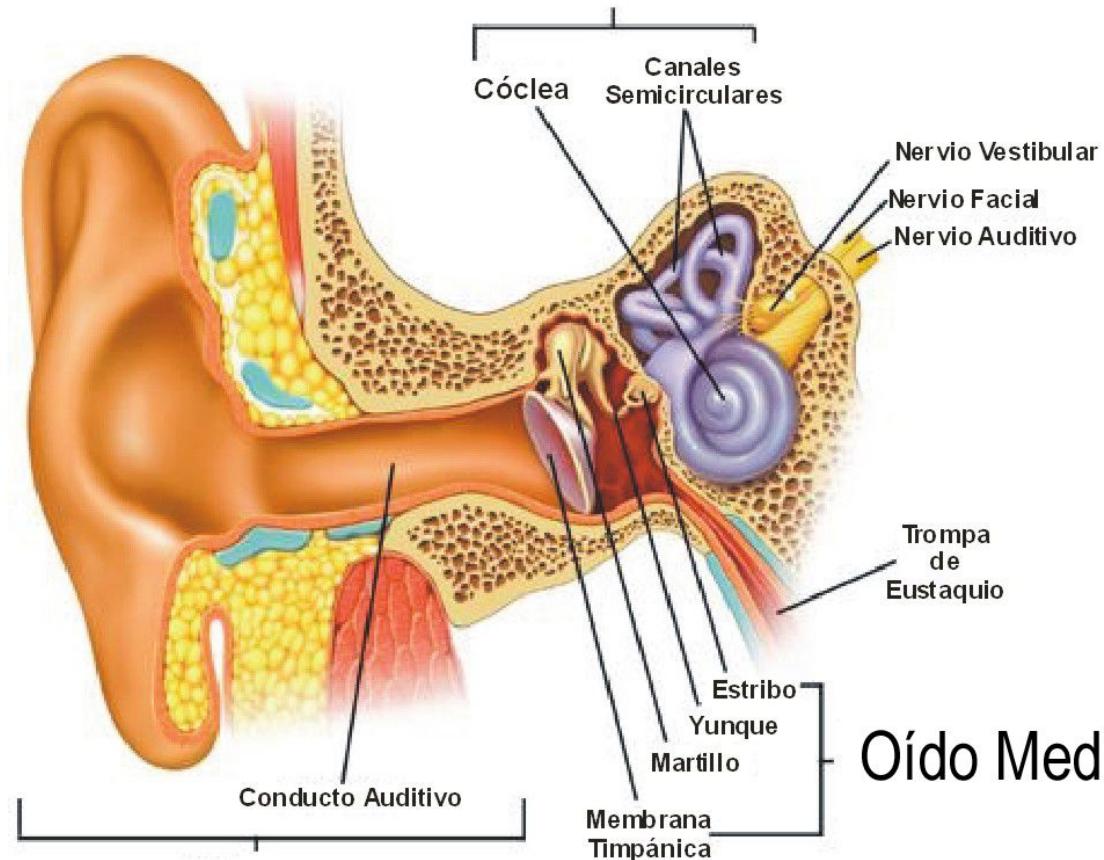


# Oído

- Es un biosensor de percepción remota.
  - El sonido que escuchamos está a cierta distancia del sujeto que lo percibe.
  - Se pueden distinguir diferentes intensidades y frecuencias.
- Los dos oídos nos ayudan a determinar.
  - Localización, movimiento y velocidad del emisor.
- Se divide en tres partes:
  - Oído externo, oído medio y oído interno.



# Oído Interno



Oído Externo

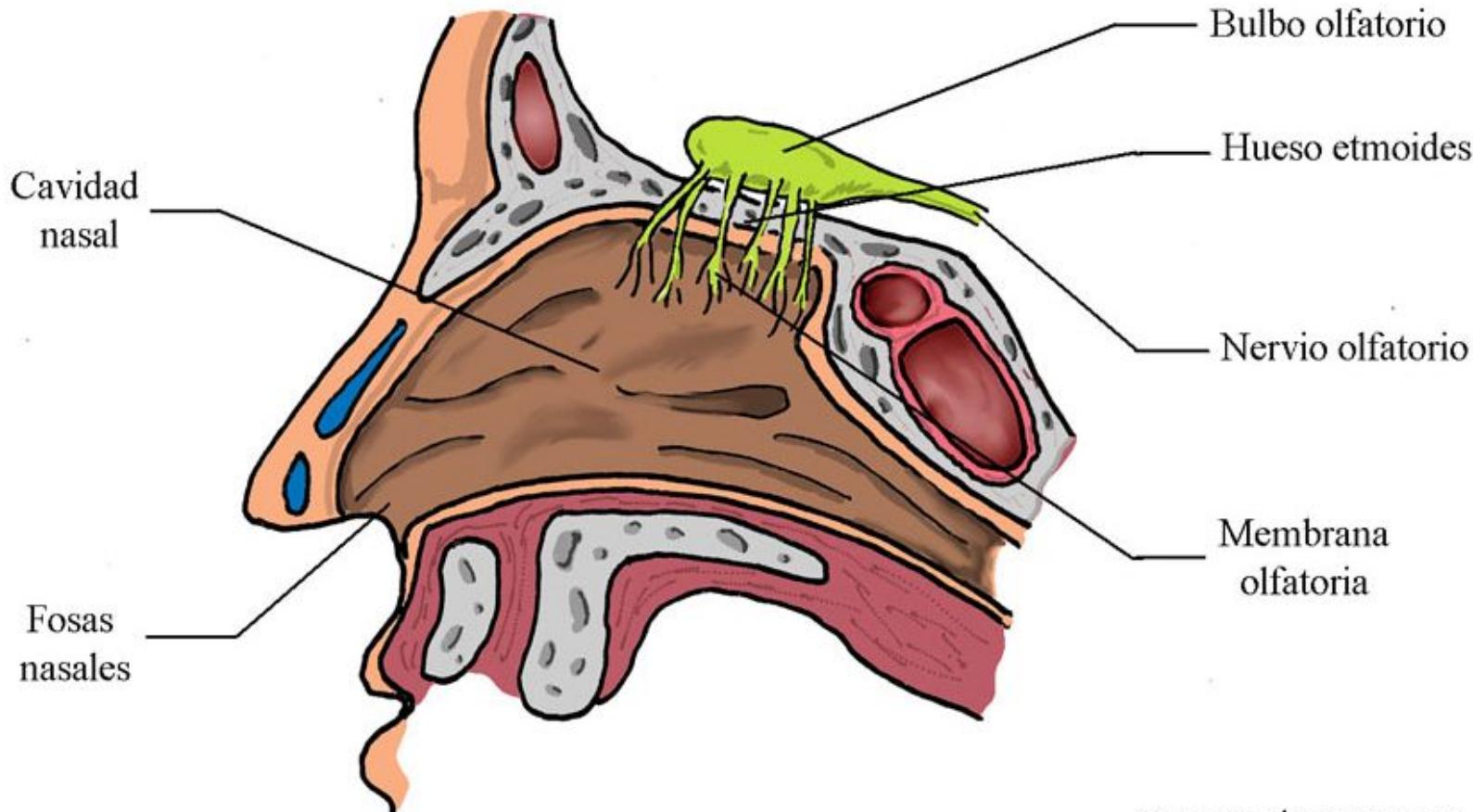
<https://www.farmacialiceo.com/partes-del-oido>



# Olfato

- Biosensor muy sensible ubicado en la nariz.
  - Lo que huele desprende moléculas y con unas cuantas de ellas es suficiente para estimular una célula olfativa.
    - Olores agradables y desagradables.
  - Alimento con olor desagradable → no consumirlo.
  - Vivimos inmersos en una nube molecular de muchas substancias, que percibimos como olores cotidianos.
  - La parte interna de la nariz tiene dos paredes:
    - la pituitaria amarilla y la pituitaria roja o rosada.





# Gusto

- Biosensor ubicado en la lengua.
  - Detectar sustancias a través de receptores gustativos llamados papilas gustativas.
  - Dependiendo de su ubicación, estos receptores detectan mejor uno u otro sabor.
  - Cinco sabores primarios:
    - dulce, salada, amargo, ácido y umami (sabor agradable).
  - Es una fuente de placer, pero su función fisiológica permite detectar sustancias nutritivas y alertar sobre aquellas tóxicas.





# STONES

NO FILTER



2019 TOUR

<https://rollingstones.com/new-orleans-on-sale-now/>



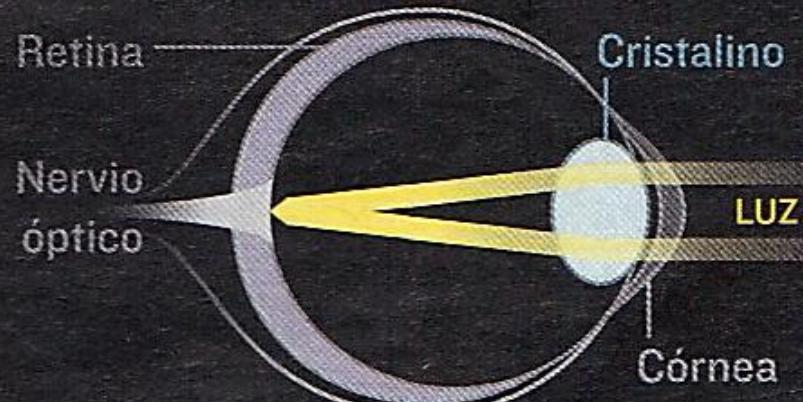
# Visión



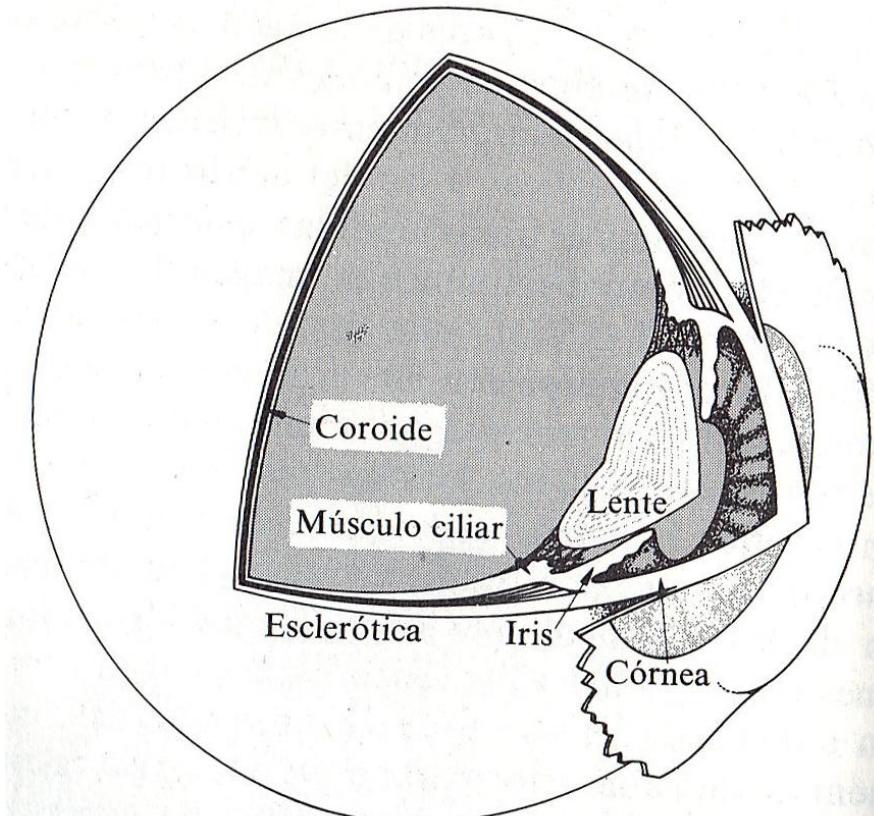
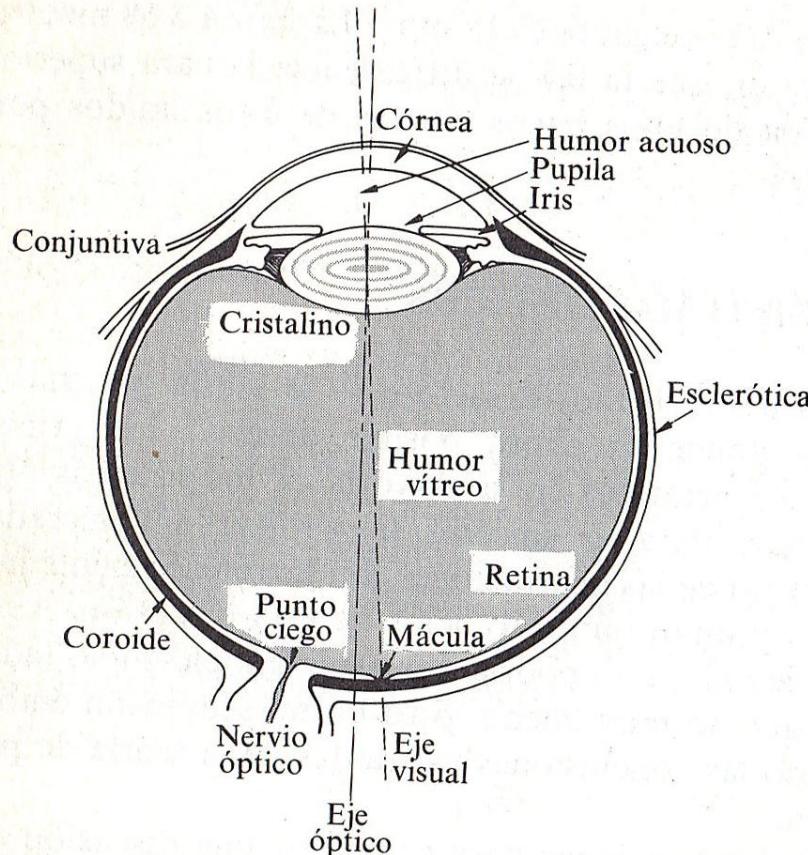
1. Cálao terrestre sureño.
2. Guacamaya roja.
3. Gato montés.
4. Gecko gárgola.
5. Rana verde (ojos rojos).
6. Boa común.
7. Rana arborícola.
8. Loro arcoíris.
9. Rinoceronte blanco.
10. Loro gris.
11. Gecko de cola de hoja.
12. Avestruz común.
13. Pitón arborícola verde.
14. Camaleón pantera.

Ver la Luz, National Geographic,  
Febrero de 2016

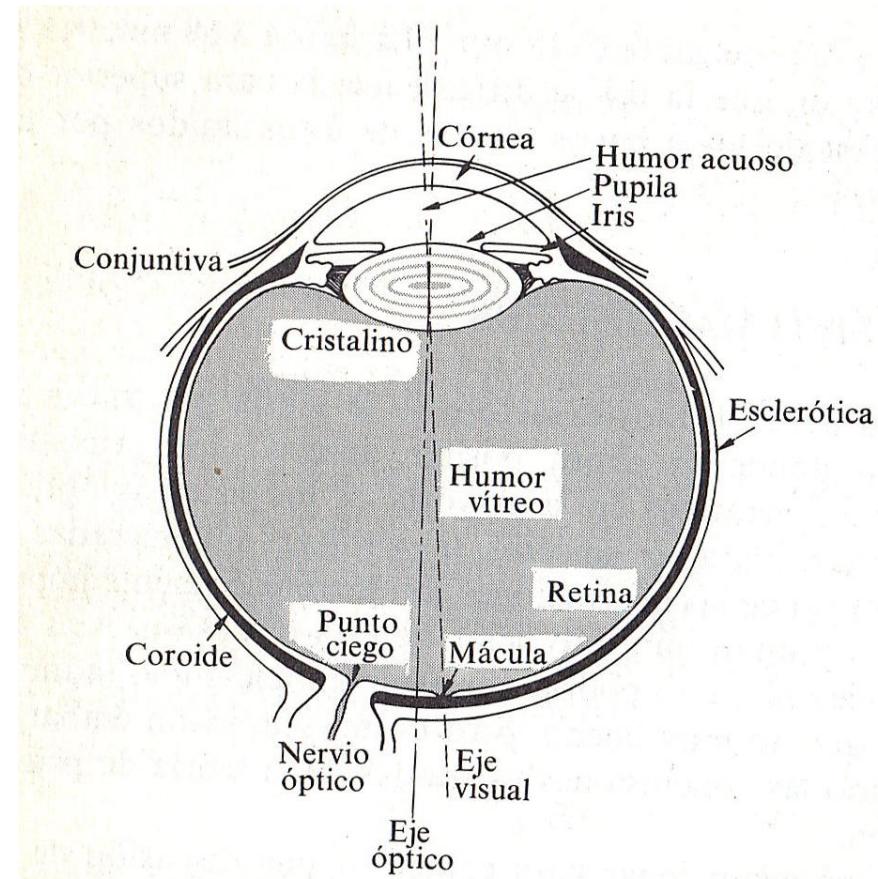
Los ojos de los vertebrados aquí mostrados son variaciones del mismo diseño básico que funciona en forma muy parecida a como lo hace una cámara. La córnea y el cristalino enfocan los fotones entrantes en las células fotoreceptoras de la retina. Estas células convierten los fotones en señales eléctricas, que se envían por el nervio óptico hacia el cerebro.  
De quién son estos ojos? Vea las respuestas en la página 67.  
TRASLADO DE FOTOGRAFÍAS: NATIONAL GEOGRAPHIC, 2010.02.02. © 2010 NATIONAL GEOGRAPHIC. MUSEO Y ZOOLOGICO PALO ALTO JUNIOR DE PALO ALTO, CALIFORNIA; SARAH WEST, SANTA ROSA, CALIFORNIA; PARQUE NACIONAL QUAZIGUA, GUATEMALA; PHOTOFEST INC.; CONSEJO DE LOS LAGOS; ANDREW TROTTER, PHOTOFEST; DON ELLIS, ALBUMON, UNIVERSIDAD DE LIMA, PERÚ.



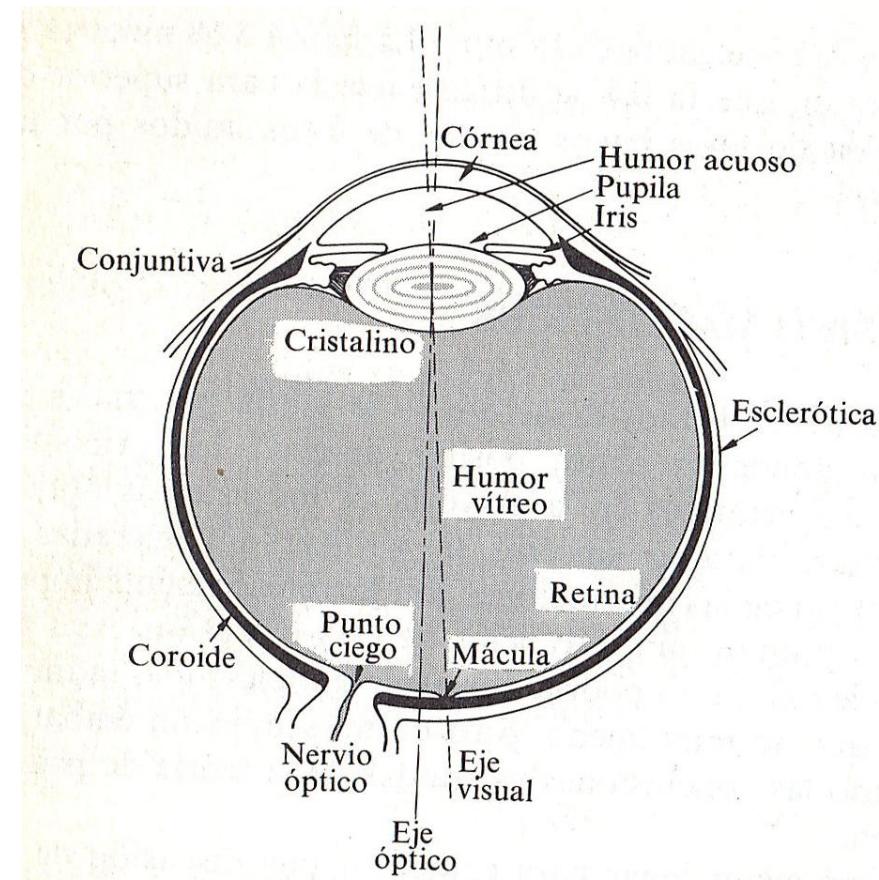
Los ojos de los vertebrados aquí mostrados son variaciones del mismo diseño básico que funciona en forma muy parecida a como lo hace una cámara. La córnea y el cristalino enfocan los fotones entrantes en las células fotorreceptoras de la retina. Estas células convierten los fotones en señales eléctricas, que se envían por el nervio óptico hacia el cerebro.



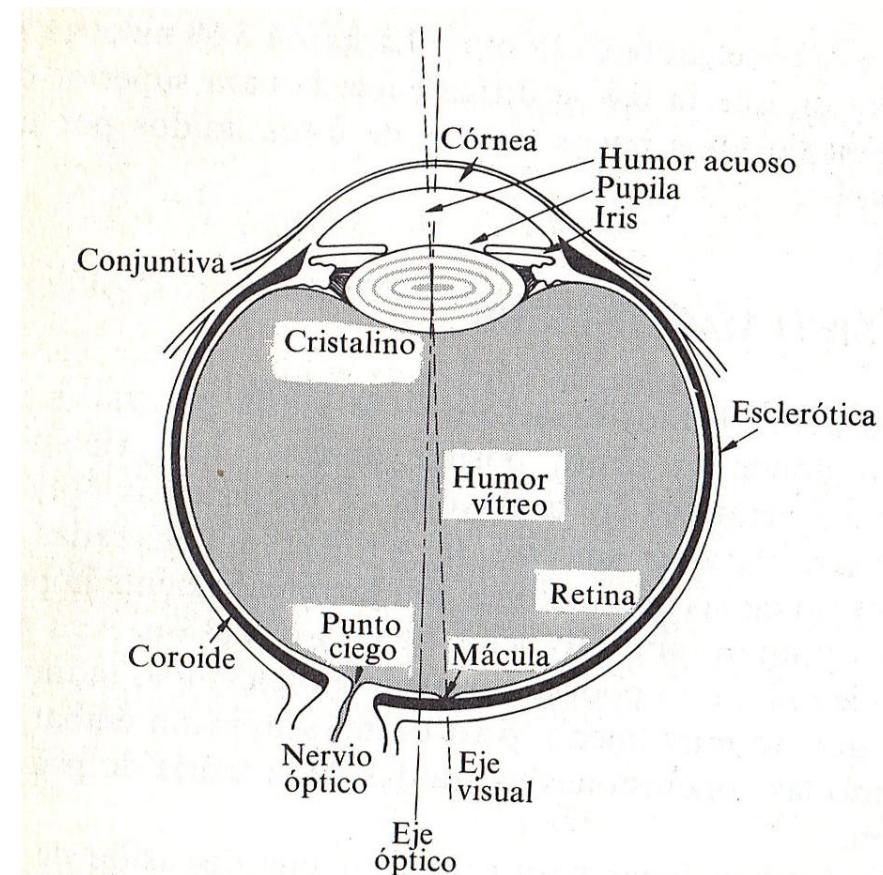
- El ojo es una masa gelatinosa casi esférica contenida dentro de una concha dura, la **esclerótica**. Es blanca y opaca.
- La **córnea** es la porción frontal, que es transparente, curva, ligeramente aplastada (reduce la aberración esférica) y es el primer elemento convexo del sistema de lentes.
- $n_{\text{aire}} = 1$ ,  $n_{\text{agua}} = 1.33$ ,  
 $n_{\text{córnea}} = 1.376$



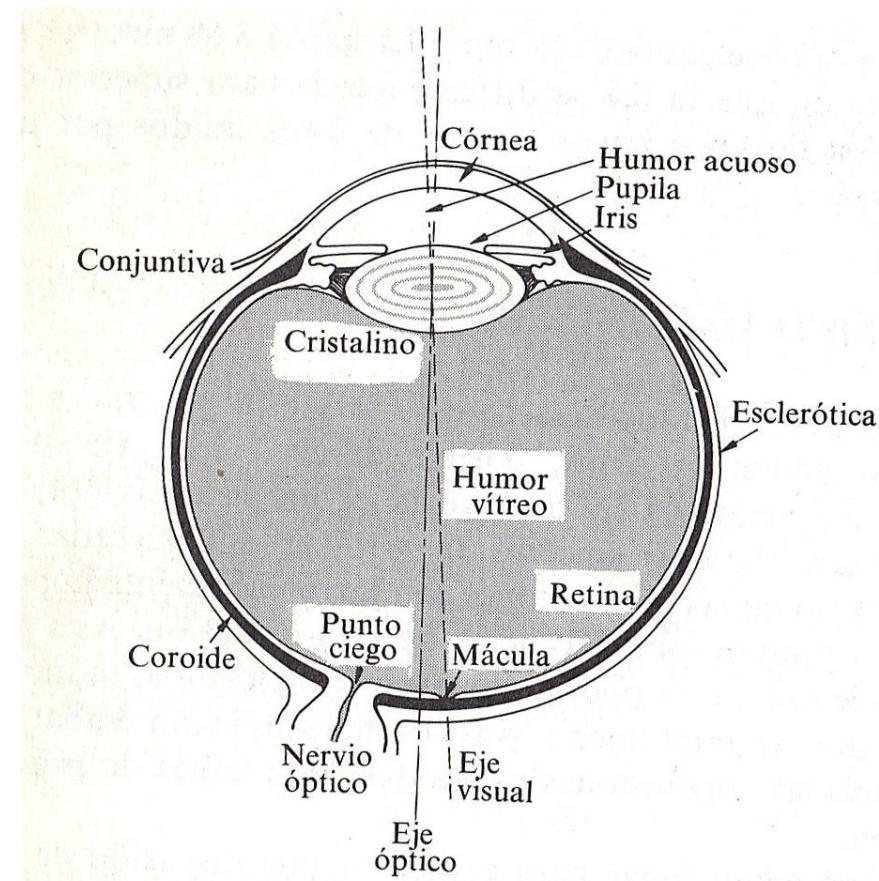
- La luz que sale de la córnea pasa a través de una cámara llena de un fluido, el **humor acuoso**, cuyo índice de refracción es  $n_{\text{hacuoso}} = 1.336$ .
- Sumergido en el humor acuoso está un diafragma conocido como **iris**, que controla la luz que entra al ojo y da al ojo su color característico.



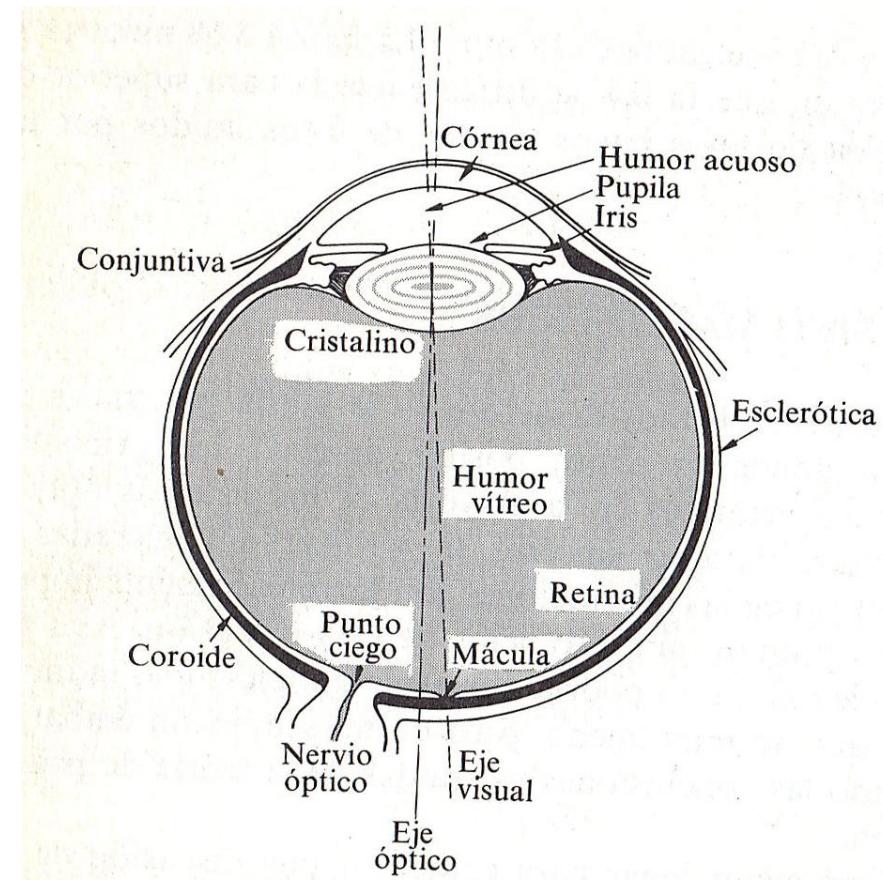
- La **pupila** es el agujero del iris por donde entra la luz al ojo.
- Este agujero se expande y se contrae entre 2 mm en luz brillante y 8 mm en la oscuridad.
- También está ligado a la función de enfocar, pues se contrae para aumentar la agudeza de la imagen al hacer trabajo cercano.



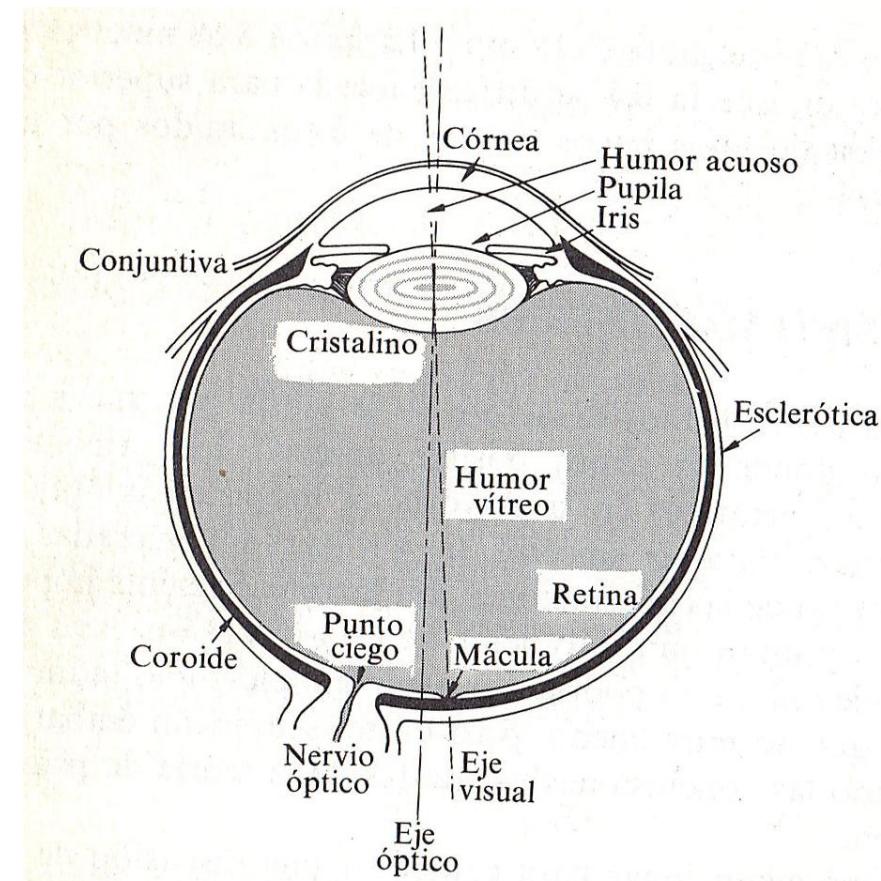
- Inmediatamente detrás del iris está la **lente cristalina (cristalino)**.
- Tiene la forma de un frijol, es una masa compleja de capas fibrosas rodeada por una membrana elástica.
- Su estructura es como una cebolla transparente, formada aproximadamente por 22,000 capas muy finas.



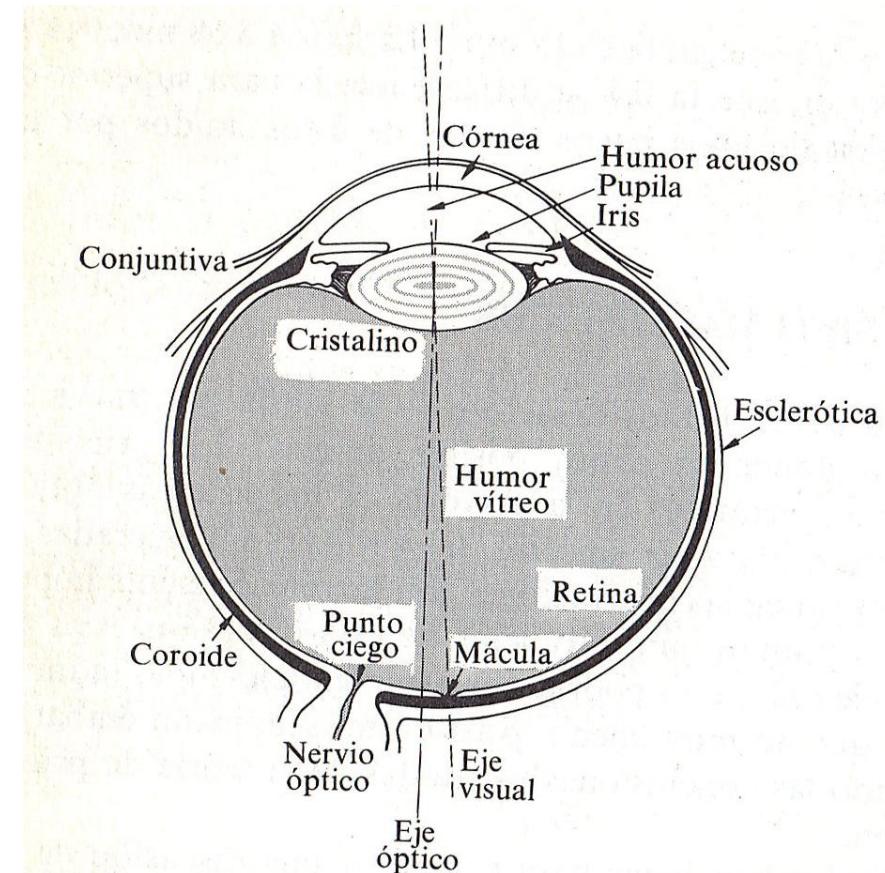
- Esta estructura hace que las trayectorias de los rayos de luz estén formadas por pequeños segmentos discontinuos.
- Es una lente flexible, menor con la edad, y crece con el tiempo. Debido a esta flexibilidad, su distancia focal es variable.
- Su índice de refracción varía de 1.406 en el centro a 1.386 en la superficie.



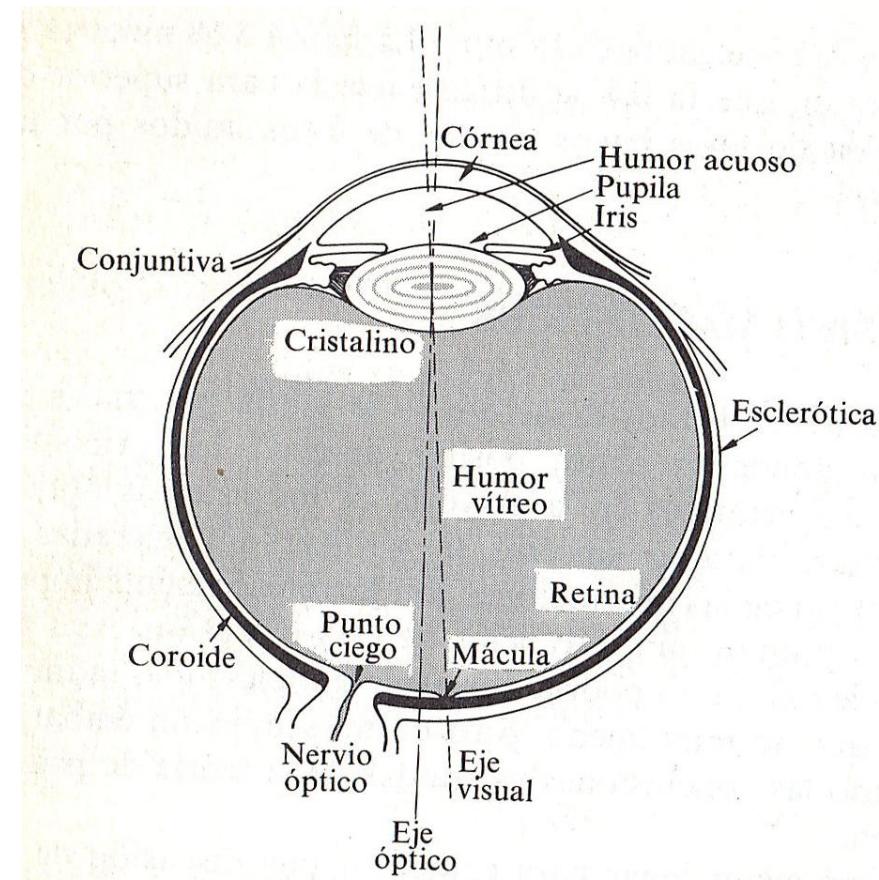
- Detrás del cristalino hay otra cámara llena con una sustancia gelatinosa transparente llamada humor vítreo
  - $n_{\text{hvítreo}} = 1.337.$
- Contiene partículas microscópicas de tejido celular que flotan libremente en él, cuyas sombras dibujadas con franjas de difracción se proyectan en la retina (es decir las podemos ver).



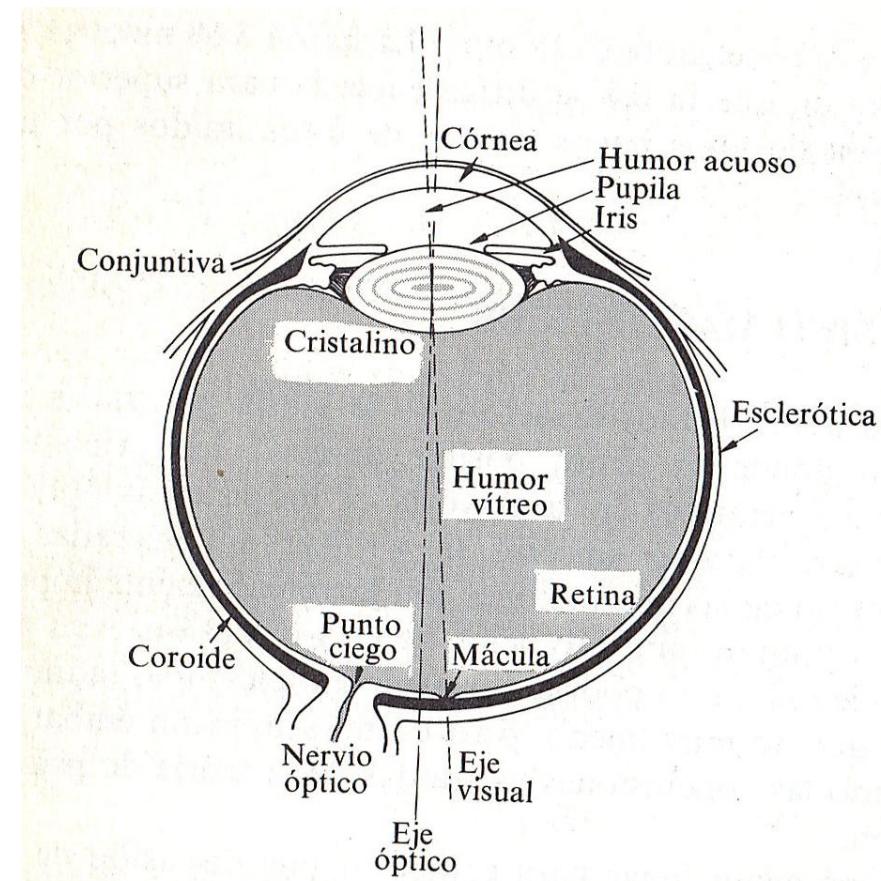
- Un aumento muy marcado en la percepción de estos cuerpos flotantes puede ser indicativo de desprendimiento de la retina.



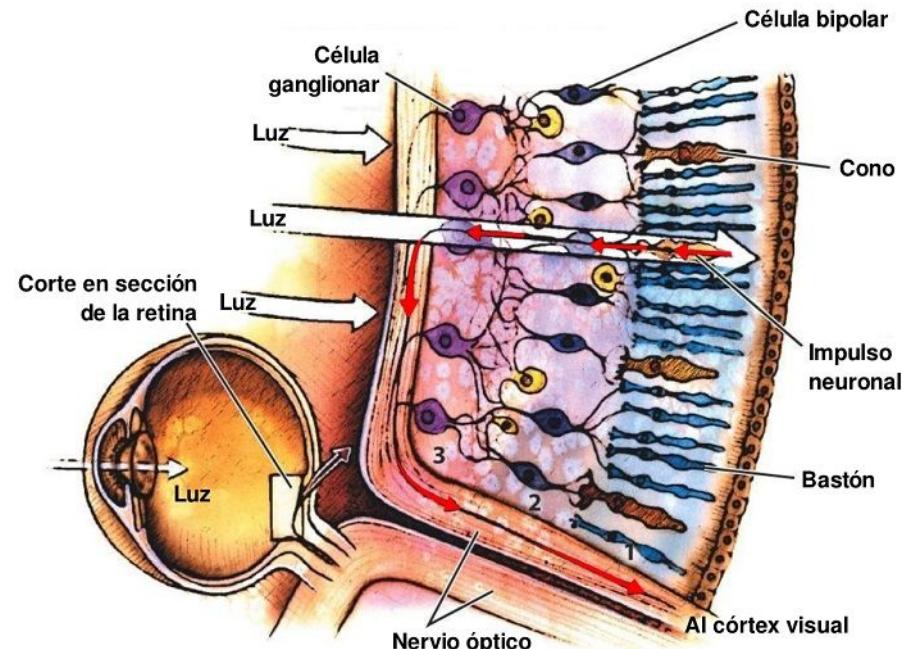
- Dentro de la dura pared de la esclerótica está una concha interna conocida como la **coroides**.
- Es una capa oscura, bien alimentada con conductos sanguíneos y ricamente pigmentados con melanina, que absorbe la luz espúrea, como lo hace la cubierta de pintura negra en el interior de una cámara fotográfica.



- Una capa delgada (alrededor de 0.5 mm) de células receptoras cubre en gran parte la superficie interior de la coroides: es **la retina** (del latín *rete* que significa red).
- El haz de luz enfocado se absorbe por medio de reacciones electroquímicas en esta estructura rosácea de varias capas.



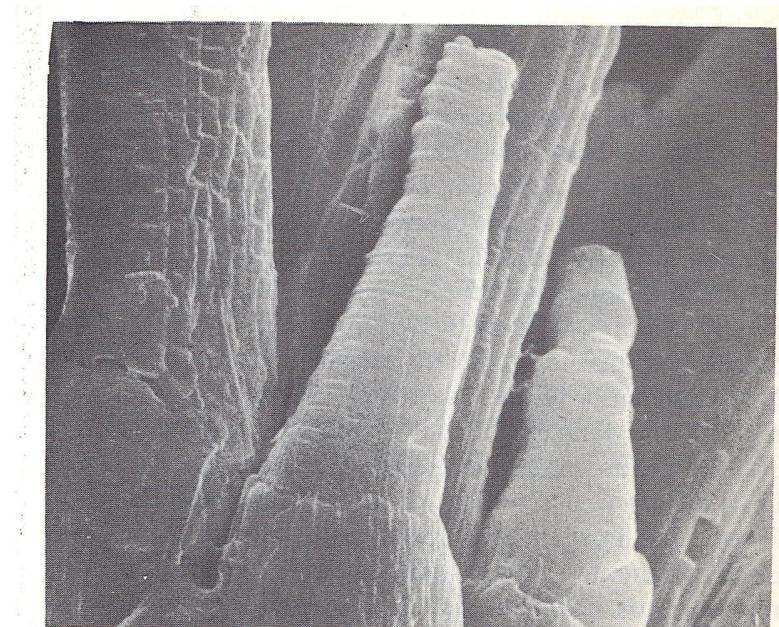
- El ojo humano contiene dos tipos de células fotorreceptoras **los bastones** y **los conos**, que son aproximadamente 125 millones entremezcladas de manera no uniforme sobre la retina.



<http://invsaludocular.blogspot.com/2015/09/fotorreceptores.html>



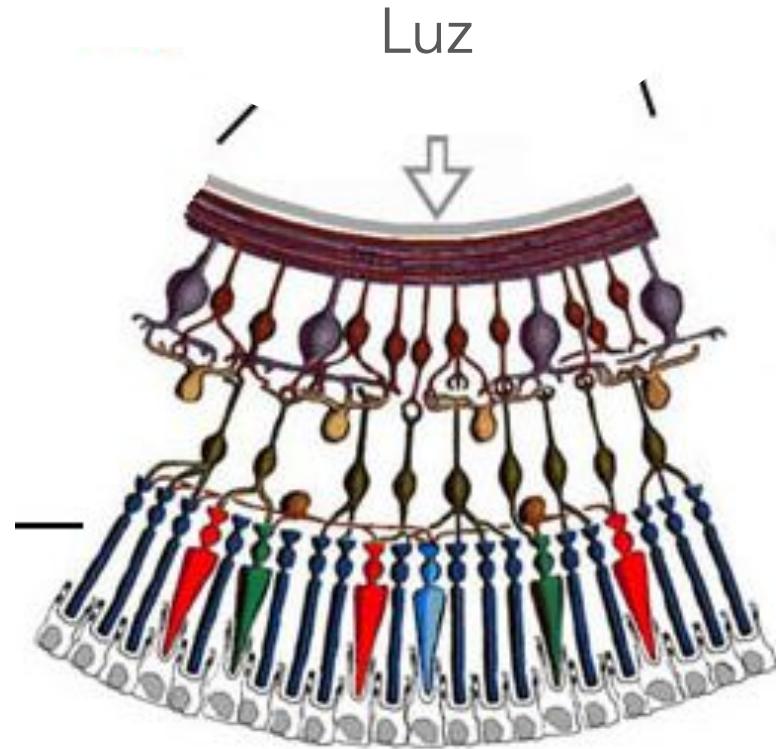
- El arreglo de bastones tiene las características de una película en blanco y negro, de grano grueso y alta velocidad, muy sensible con luz débil, pero no distingue el color.



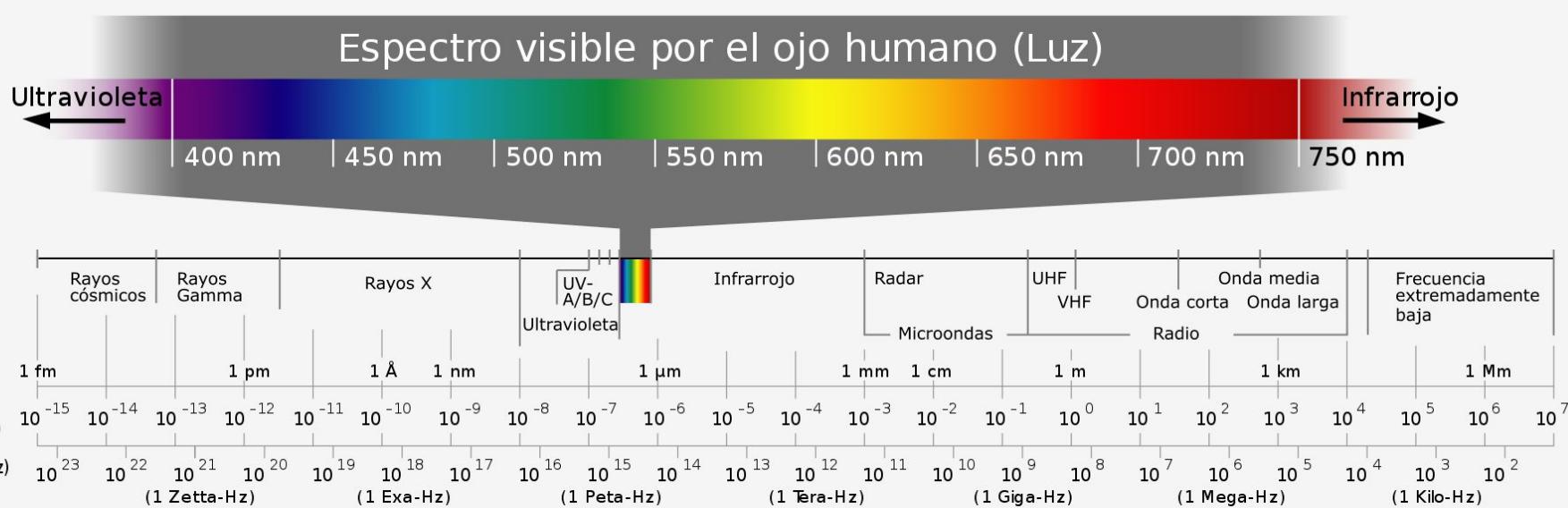
**Fig. 5.70** Una micrografía electrónica de la retina de una salamandra (*Necturus Maculosus*). Aparecen en el fondo dos conos visuales y varios bastoncillos detrás de ellos. [Foto de E. R. Lewis, Y. Y. Zeevi y F. S. Werblin, *Brain Research* **15**, 559 (1969).]



- El arreglo de conos, 6 a 7 millones de ellos, se considera como una película de color de grado fino y baja velocidad. Funciona con luz brillante y da vistas detalladas en color. Es insensible a niveles bajos.



- El rango normal de longitudes de onda de la visión humana es  $\sim 390$  nm a 780 nm.
- El cristalino absorbe en el UV.



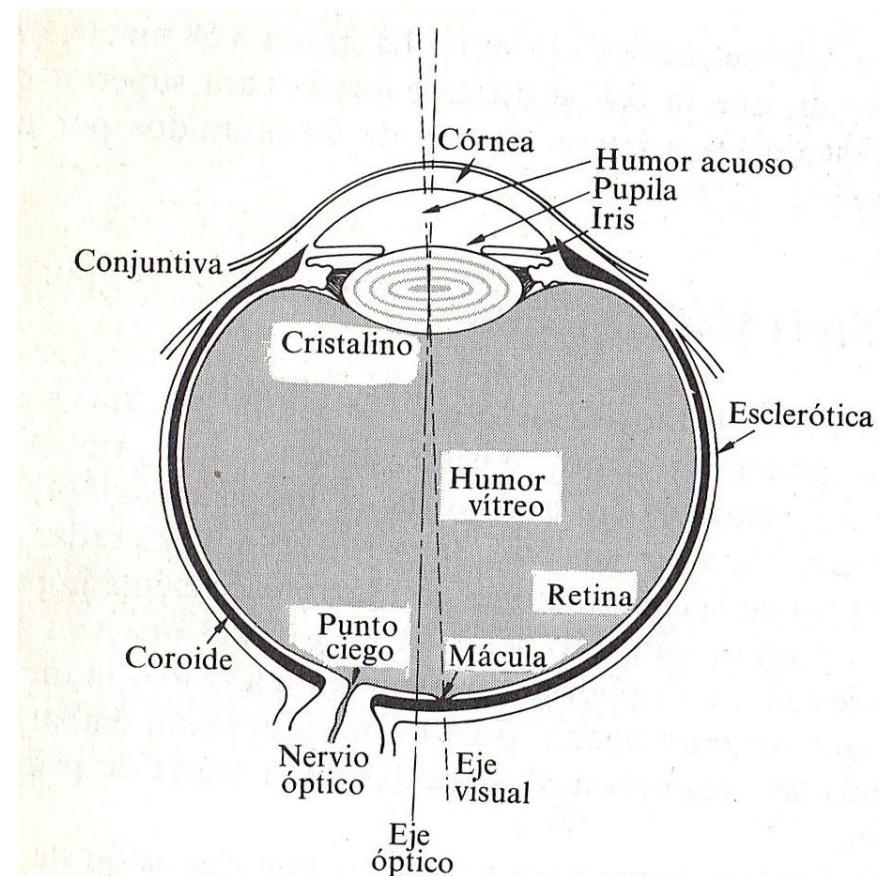
- El punto de salida del nervio óptico no contiene receptores y esa área es insensible a la luz, por esta razón se conoce como el **punto ciego**.

X

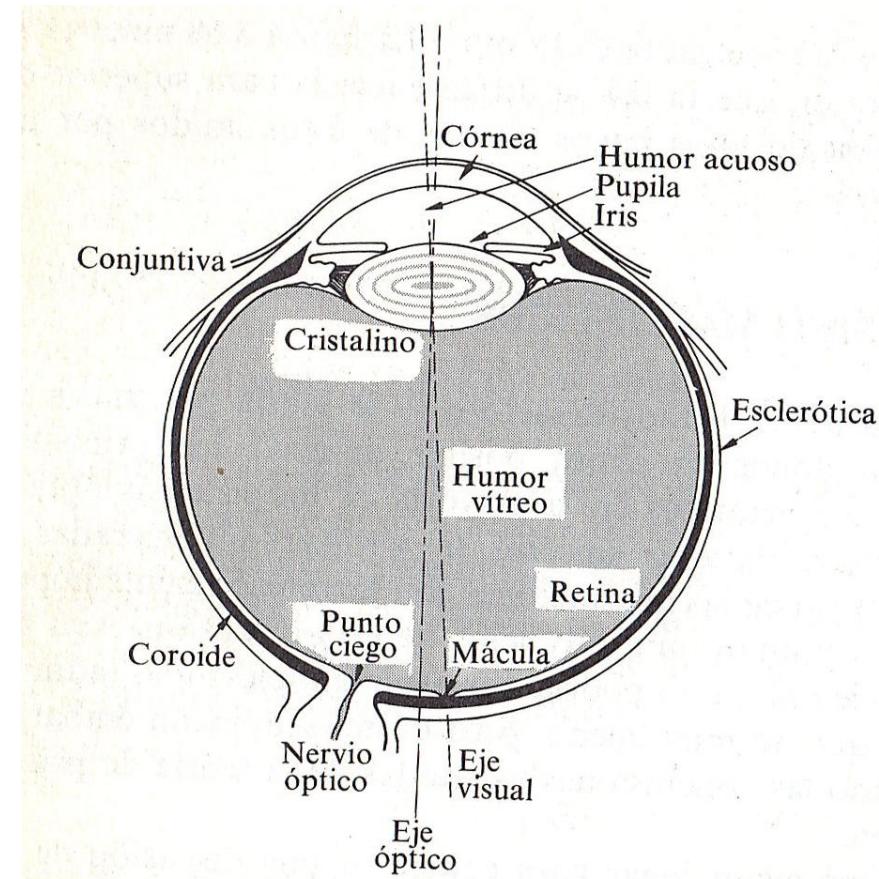
1

2

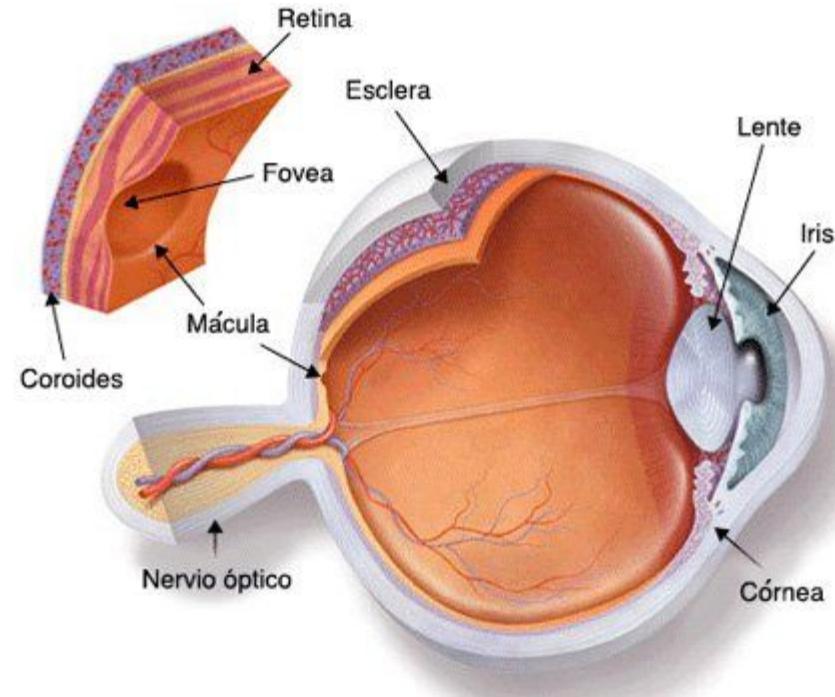
Cierra un ojo, mira la X, acercate hasta que desaparezca el 2. Acérvate más, el 2 reaparece y el 1 desaparece.



- Cerca del centro de la retina hay una pequeña depresión de 2.5 a 3 mm de diámetro, es conocida como **la mácula**.
- En su centro hay una región libre de bastones de 0.3 mm llamada **fóvea centralis**.
  - La imagen de la luna llena es de aprox. 0.2 mm.
- En la fóvea los conos son más delgados y más densamente empacados.



- La fóvea provee la información más clara y detallada de la visión a color, ahí se enfocan los rayos luminosos.
- El globo ocular se mueve continuamente de tal manera que la luz de interés se enfoque en la fóvea.



# Acomodación

- El cristalino está conectado a los **músculos ciliares** por una serie de ligamentos.
- Con esos músculos relajados, un objeto en el infinito se enfocará en la retina.
- Cuando el objeto se acerca, los músculos se contraen, modificando la forma del cristalino y también su distancia focal.

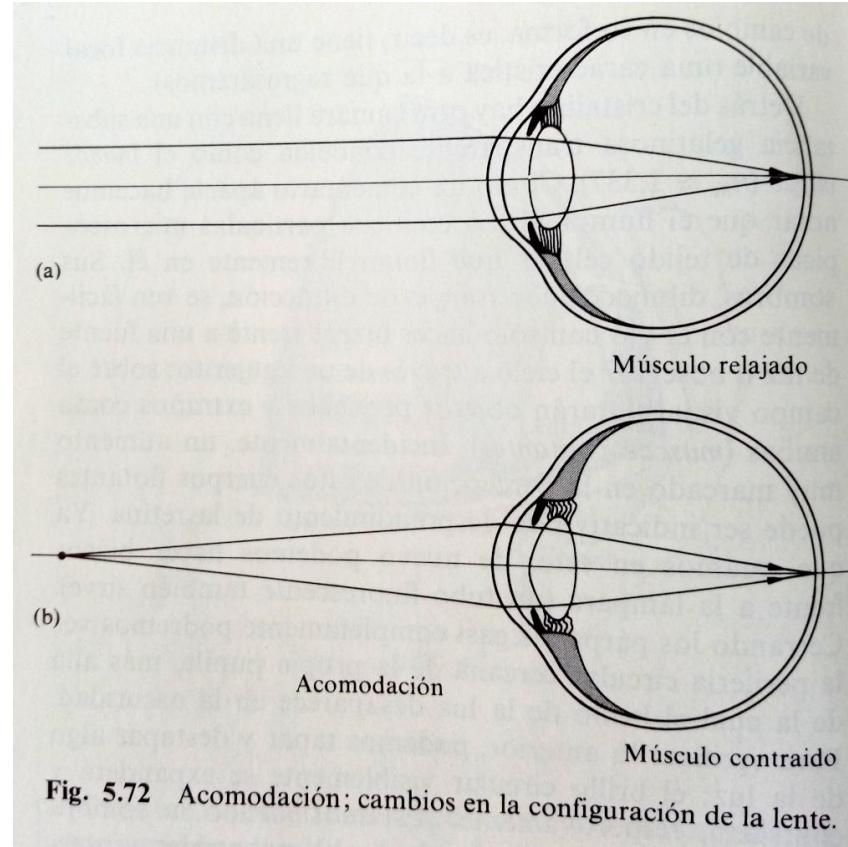


Fig. 5.72 Acomodación; cambios en la configuración de la lente.



- El enfoque más cercano posible se llama **punto cercano**. Esa distancia cambia con la edad

Años	Xp [cm]
10	7
20	10
30	14
40	22
50	40
60	200

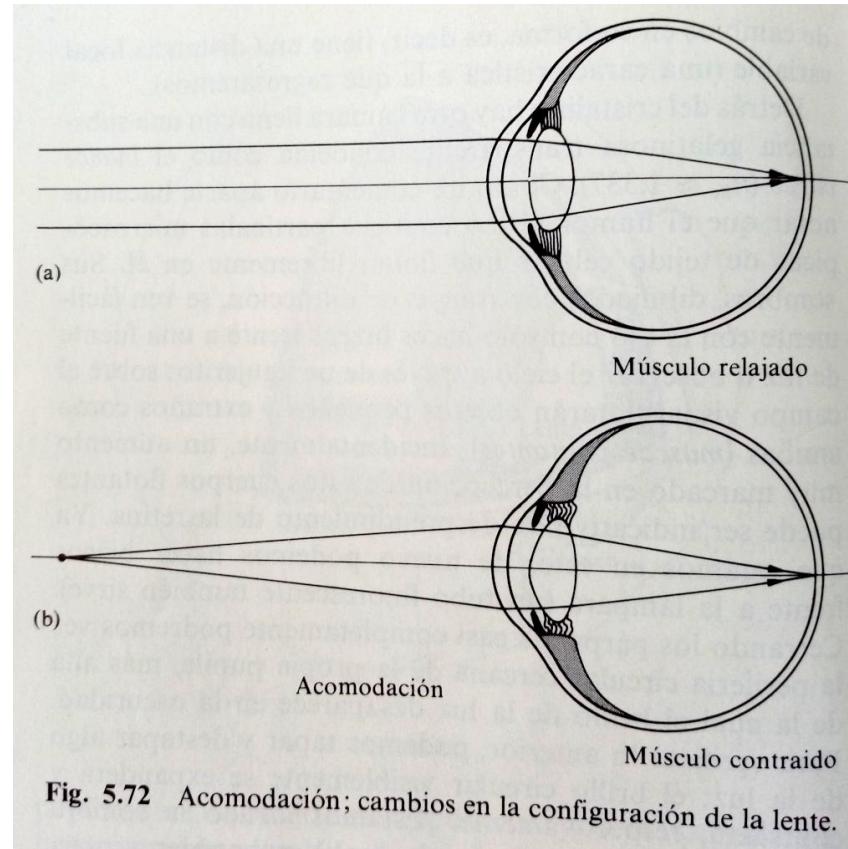
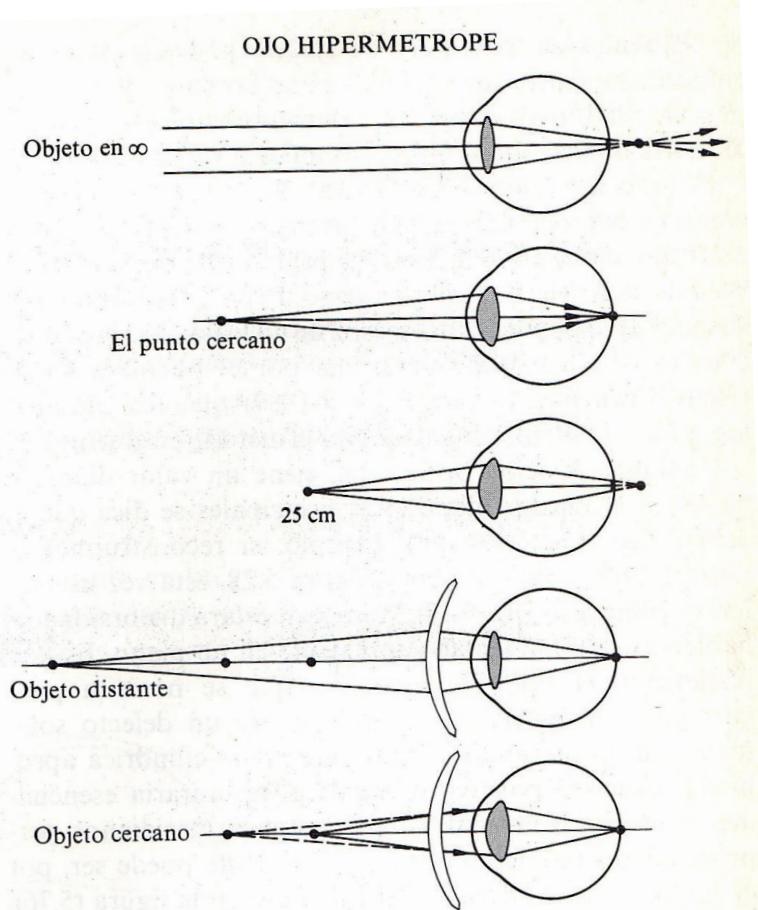
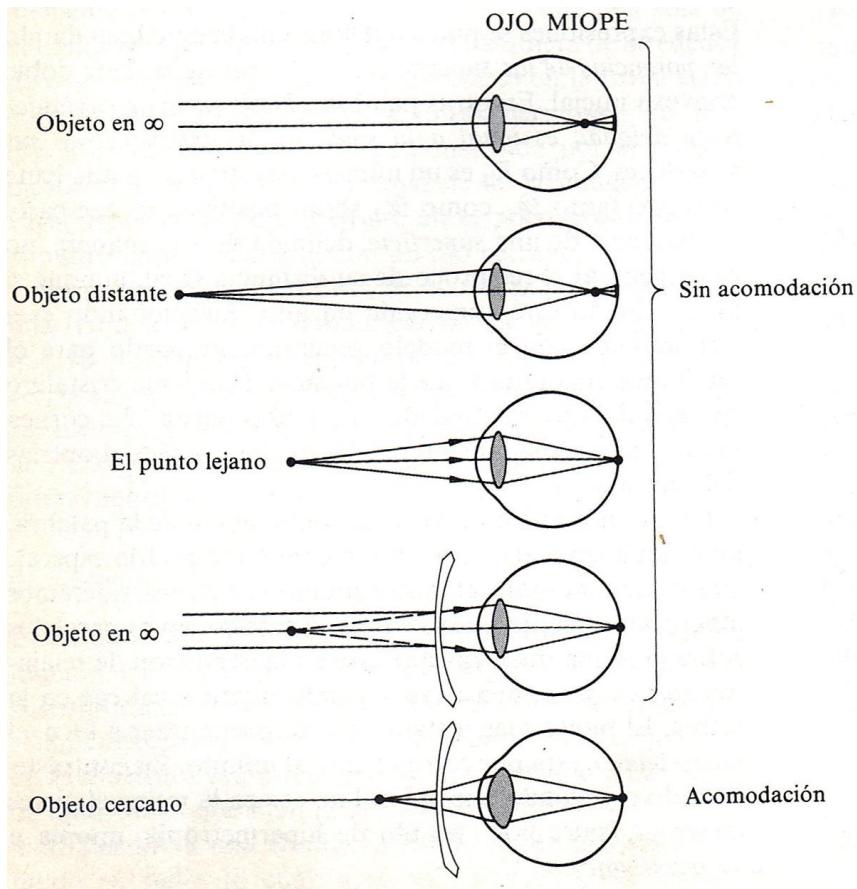
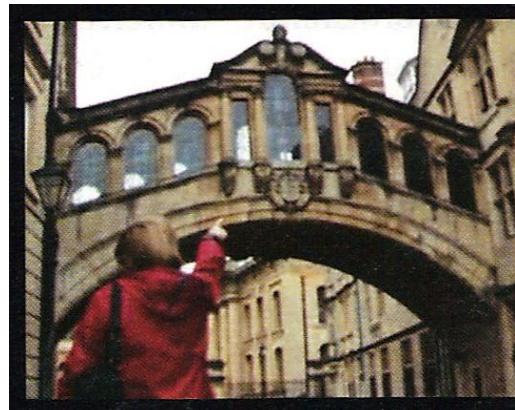
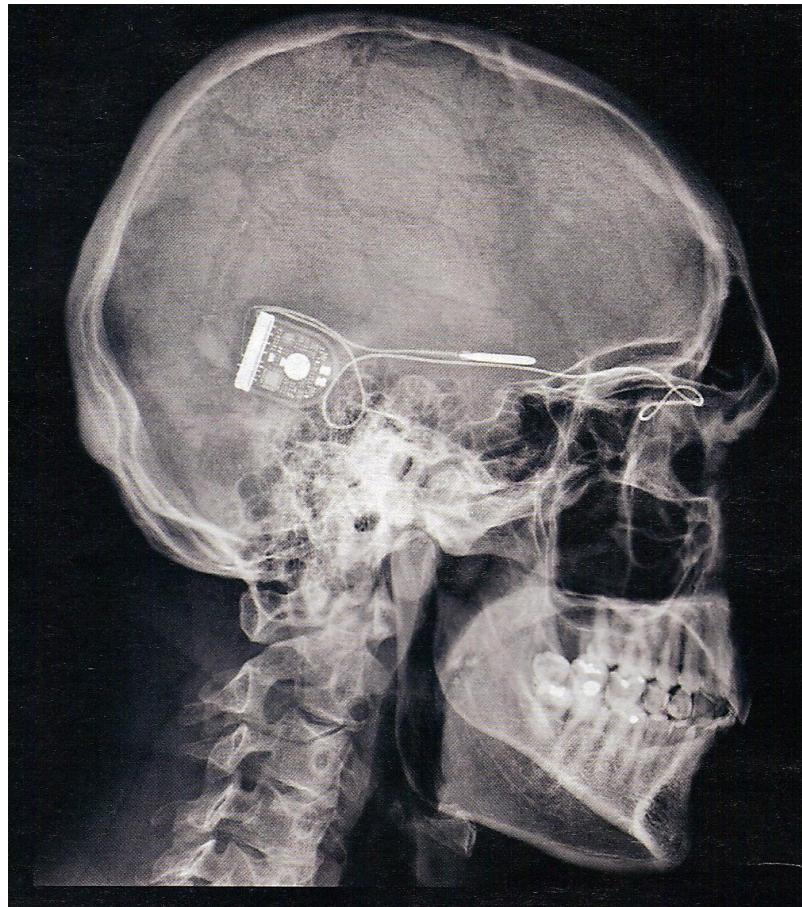


Fig. 5.72 Acomodación; cambios en la configuración de la lente.



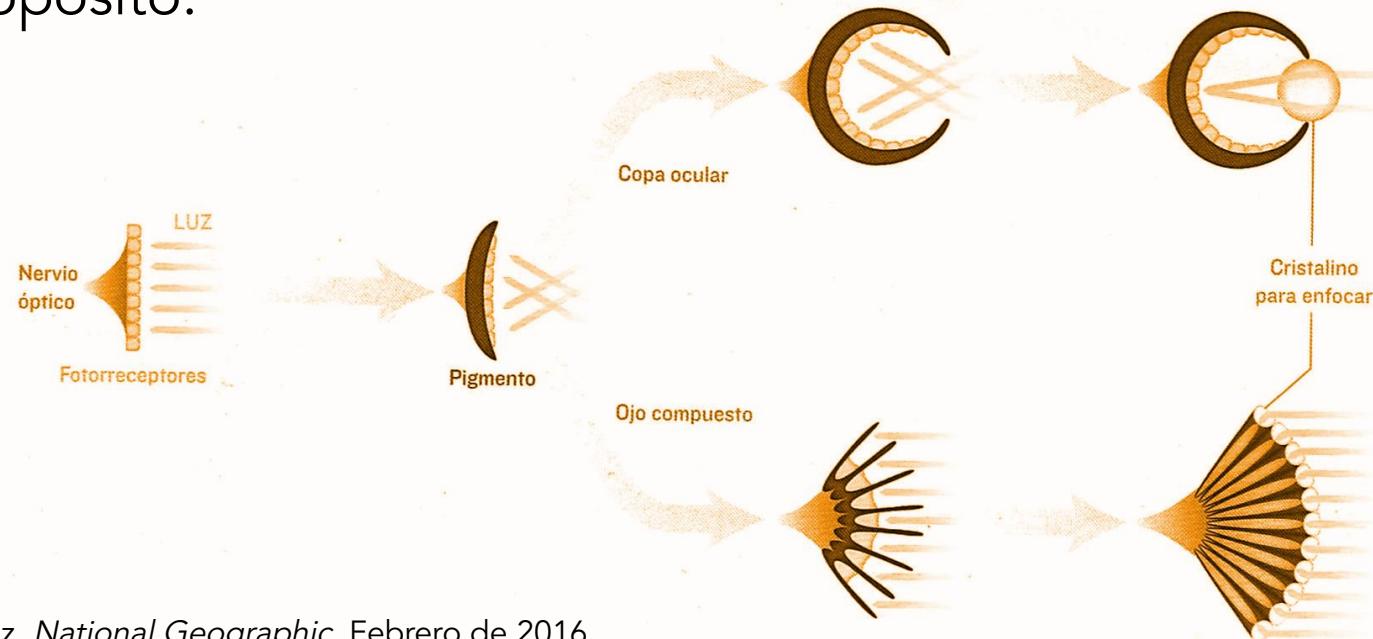




Ver la Luz, *National Geographic*, Febrero de 2016

# Tipos de ojos

- Utilizan un sistema de lentes para reunir y formar imágenes
- Utilizan esencialmente manojos de fibras ópticas con el mismo propósito.



# El ojo y el cerebro visual

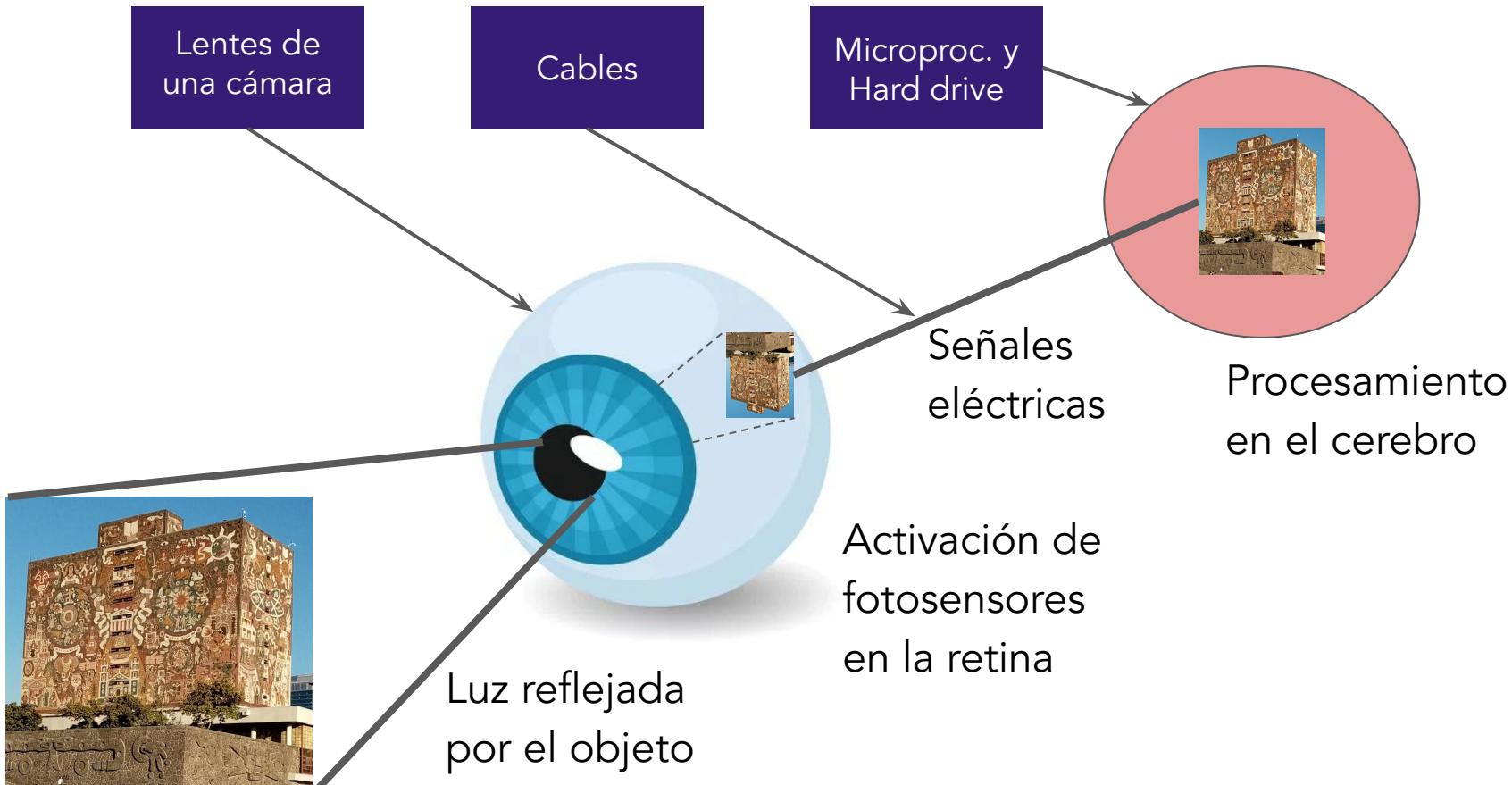
Alberto Cairo, *The functional art: an introduction to information graphics and visualization*, New Riders 2013. Part II: Cognition, Chapter 5.



# El ojo y el cerebro visual

- La visión es rápida
- El razonamiento es lento.
  - “El cerebro humano es un cartógrafo natural”, A. Damasio.
- Ver, percibir y saber son fenómenos distintos.
  - Se puede ver sin percibir ni saber lo que se está viendo.
  - El ojo y el cerebro visual son más complicados y fascinantes de lo que se puede imaginar
  - Entender como trabaja es crucial si deseamos comunicar un mensaje mediante visualizaciones!





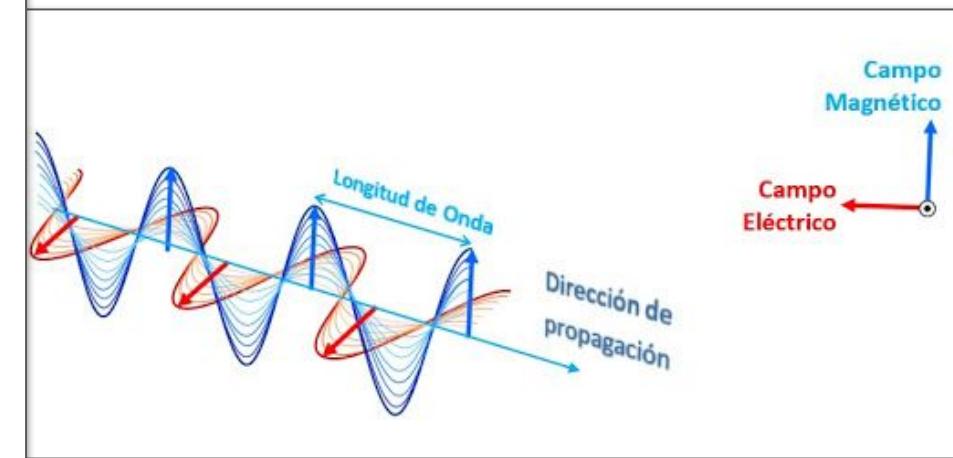
# Y se hizo la luz

$$\nabla \cdot \mathbf{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$$

$$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0$$

$$\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$$

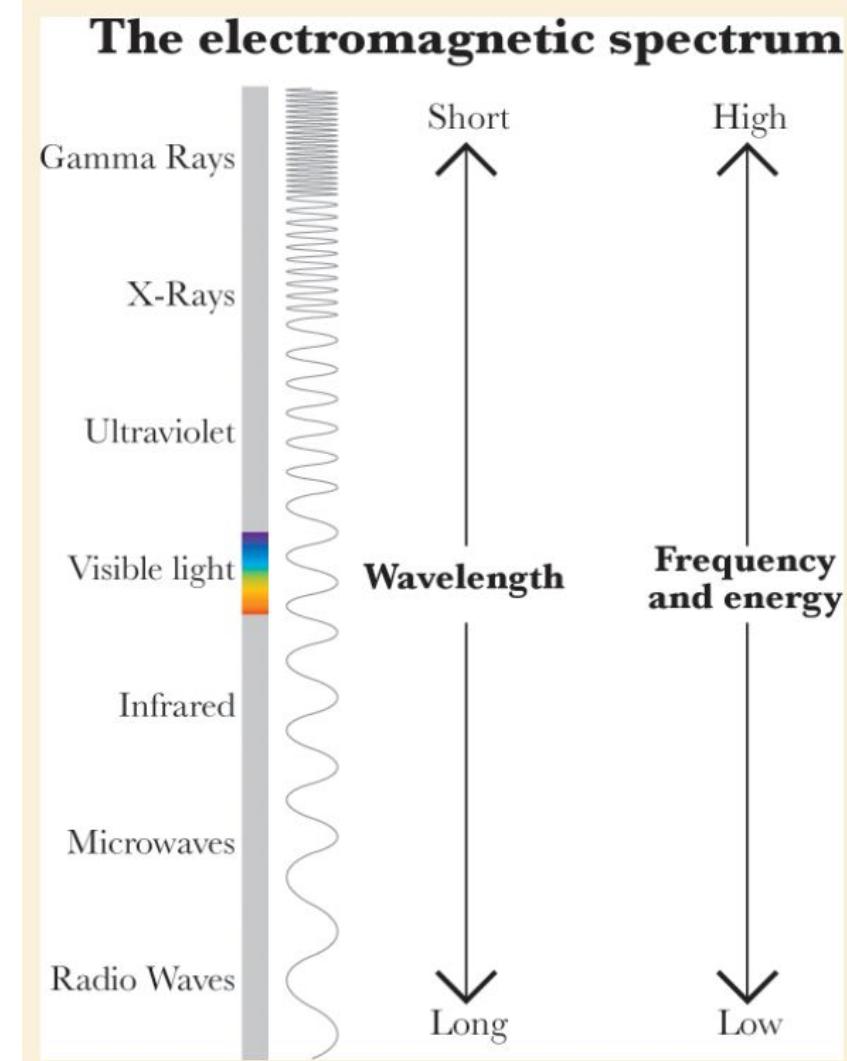
$$\nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{J} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t}$$





# Y se hizo la luz

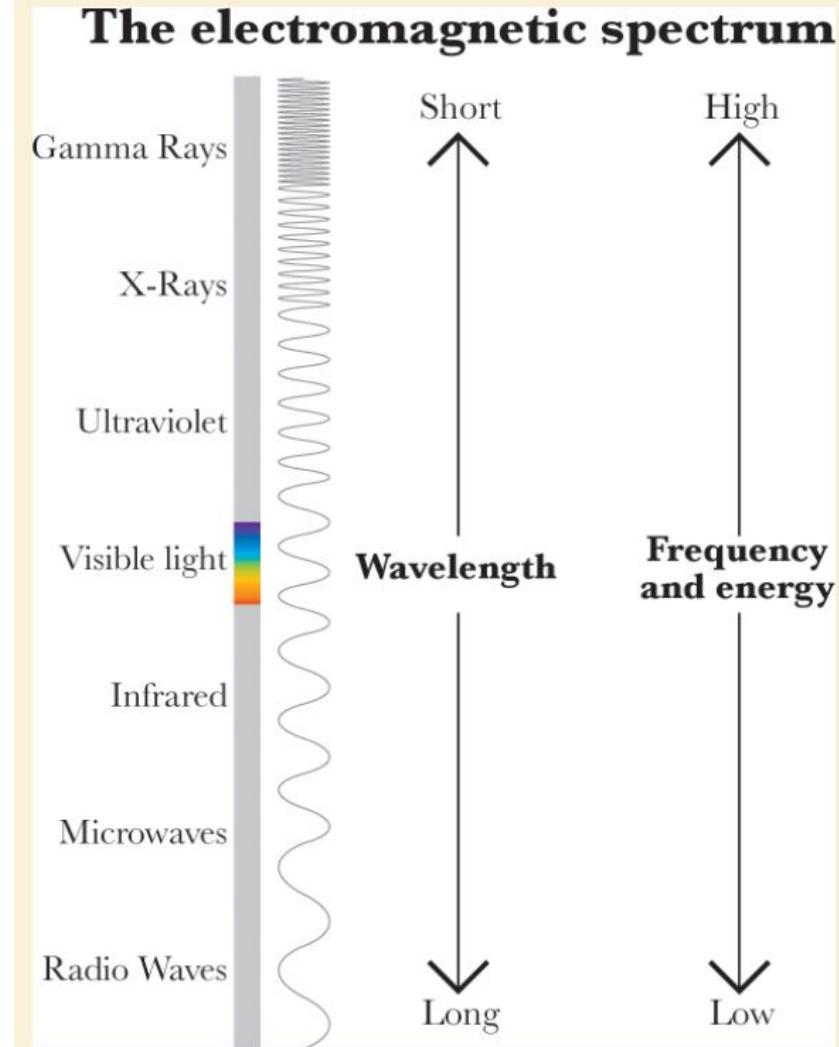
- Radiación electromagnética que se puede describir como ondas de diferentes longitudes de onda ( $\lambda$ ), frecuencias ( $\nu$ ) y energías.
  - $\nu = c / \lambda$
  - $E = \hbar \nu$
- ¿Por qué el *blue-ray* es de más alta definición?
- ¿Por qué el cielo es azul?





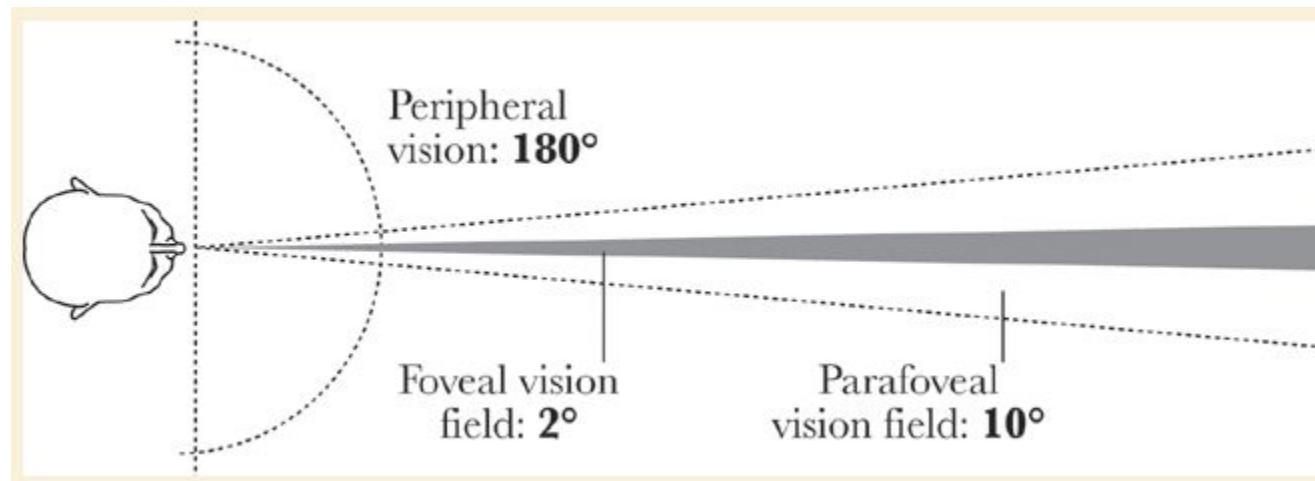
# Y se hizo la luz

- Los ojos humanos solo pueden captar una porción pequeña de todo el espectro.
  - Violeta → Rojo.
- Las abejas ven en el ultravioleta y algunos depredadores en el infrarrojo.
- Un objeto blanco refleja todas las frecuencias.
- Un objeto negro absorbe todas las frecuencias.



# Visión periférica

- Habilidad de localizar, reconocer y responder a la información en las distintas áreas del campo visual alrededor del objeto sobre el cual se fija la atención.
  - Sin embargo, es una **ilusión** pensar que la agudeza visual de nuestros ojos es la misma a través de todo el campo visual.



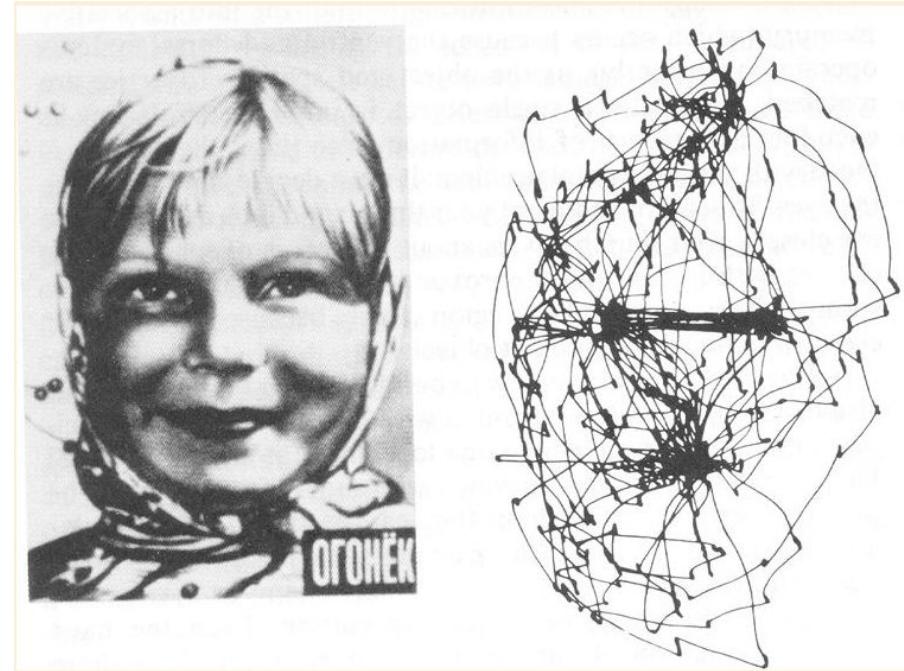
# Visión periférica

- Esta ilusión proviene del hecho de que nuestros ojos nunca se están quietos.
  - Se mueven dos o tres veces por segundo.
    - Movimientos sacádicos (*saccades*).
  - Fijan la vista en puntos que atraen su atención.
    - *Fixation*.
- La visión es el resultado de la información que obtienen los ojos de los puntos en los que fijan su atención (*fixations*).



# Visión periférica

- Pero los ojos no fijan su atención en puntos aleatorios.
- Priorizan dependiendo del objeto que miran.
- Por ejemplo, cuando se mira una cara, se fija la atención en características que permiten reconocer la cara o en su estado emocional.



Alfred L. Yarbus, "Eye Movements and Vision", 1967.

# ¿Por qué es esto relevante para VisInfo?

- Es el cerebro el que mezcla todas las piezas obtenidas de los movimientos sacádicos en una imagen coherente (pero ilusoria).

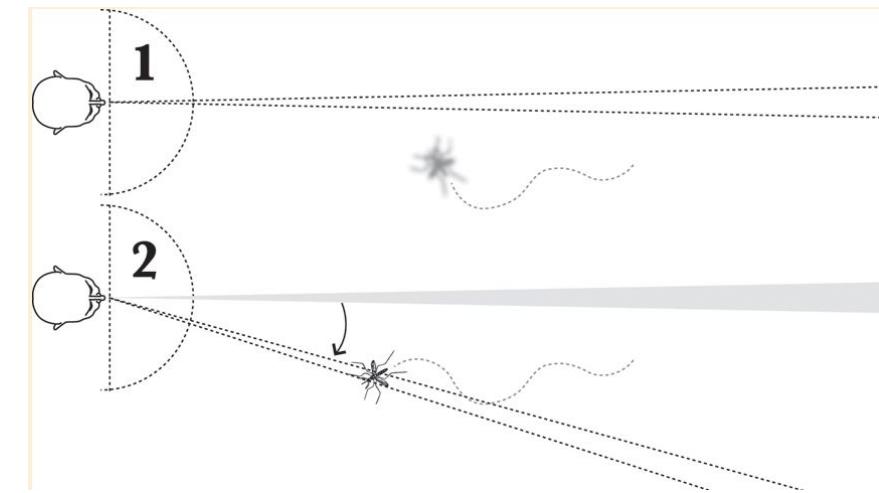


- Los *saccadic* y *fixations* son inconscientes, pero no aleatorios.
- Nuestra especie ha evolucionado en parte por que identifica eficientemente: depredadores, comida y miembros del sexo opuesto.



# ¿Por qué es esto relevante para VisInfo?

- Nuestra visión es atraída por
  - objetos en movimiento,
  - colores brillantes,
  - y formas inusuales.
  - Siempre y cuando estén en nuestro rango de visión periférica.



¿Cómo podemos traducir estos **principios de percepción** en **principios de diseño**?

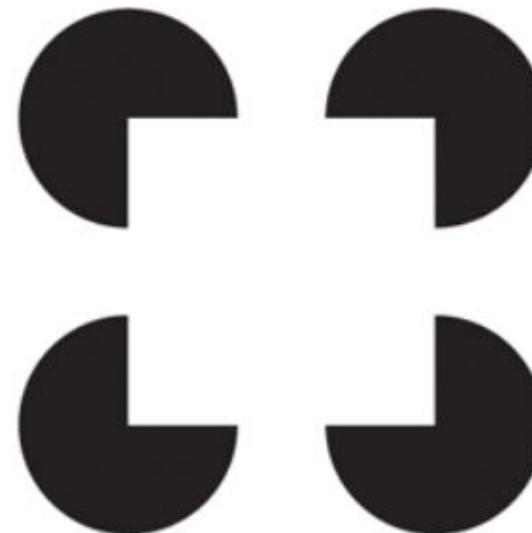


# ¿Por qué es esto relevante para VisInfo?

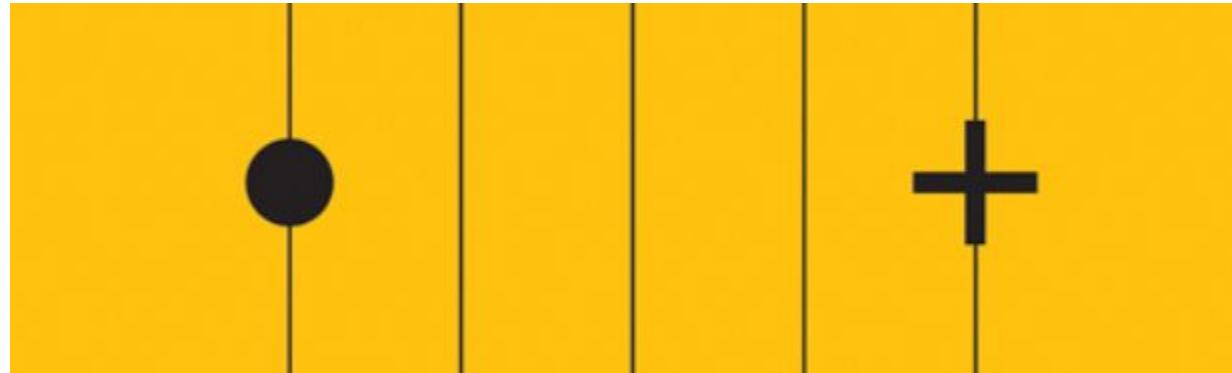
- Sabemos que el cerebro le da prioridad a ciertos objetos en los que fija su atención.
- Moraleja: entonces prioricemos de antemano.
- Ejemplo:
  - <https://www.theworldsworstwebsiteever.com/>



# El cerebro miente



# El cerebro miente



- Cierra el ojo derecho. Observa la cruz con el ojo izquierdo. Ahora acércate poco a poco a la imagen. ¿Qué sucede?
  - El círculo desaparece. En su lugar aparece un parche circular naranja. El cerebro está haciendo una suposición con base en lo que conoce



# El cerebro es eficiente

- Entonces el sistema visual humano no funciona exactamente como una videocámara.
- La razón: eficiencia y velocidad de respuesta.



# El cerebro es eficiente

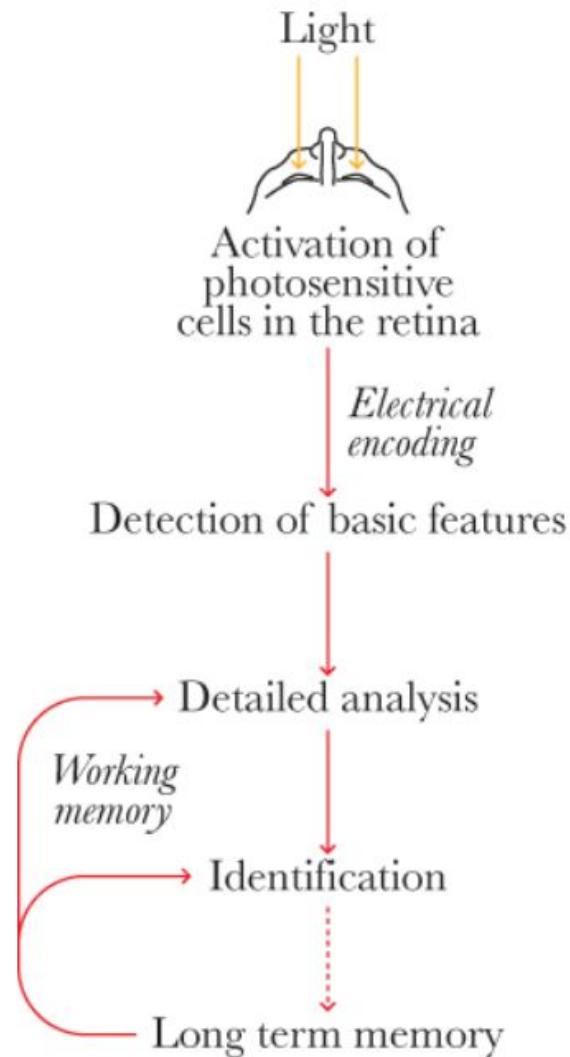
- Lo que ve la retina, no es exactamente lo que el cerebro percibe.
  - El cerebro completa información con base en lo que conoce.
- La visión está compuesta de:
  - **vista, percepción y cognición.**
  - No todo lo que estimula la retina es procesado con el mismo nivel de detalle en el cerebro.
  - No todo lo que el cerebro percibe alcanza un nivel de conciencia y se convierte en una comprensión racional.





# Nuevo diagrama para la visión

- La retina codifica los patrones de luz en señales eléctricas.
- El cerebro procesa las características básicas del objeto.
- Después de esto el cerebro inicia un análisis más detallado acerca de lo que está viendo y lo identifica conscientemente basándose en lo que conoce.



Ruta hacia → *amazing graphics*



# Ruta hacia →

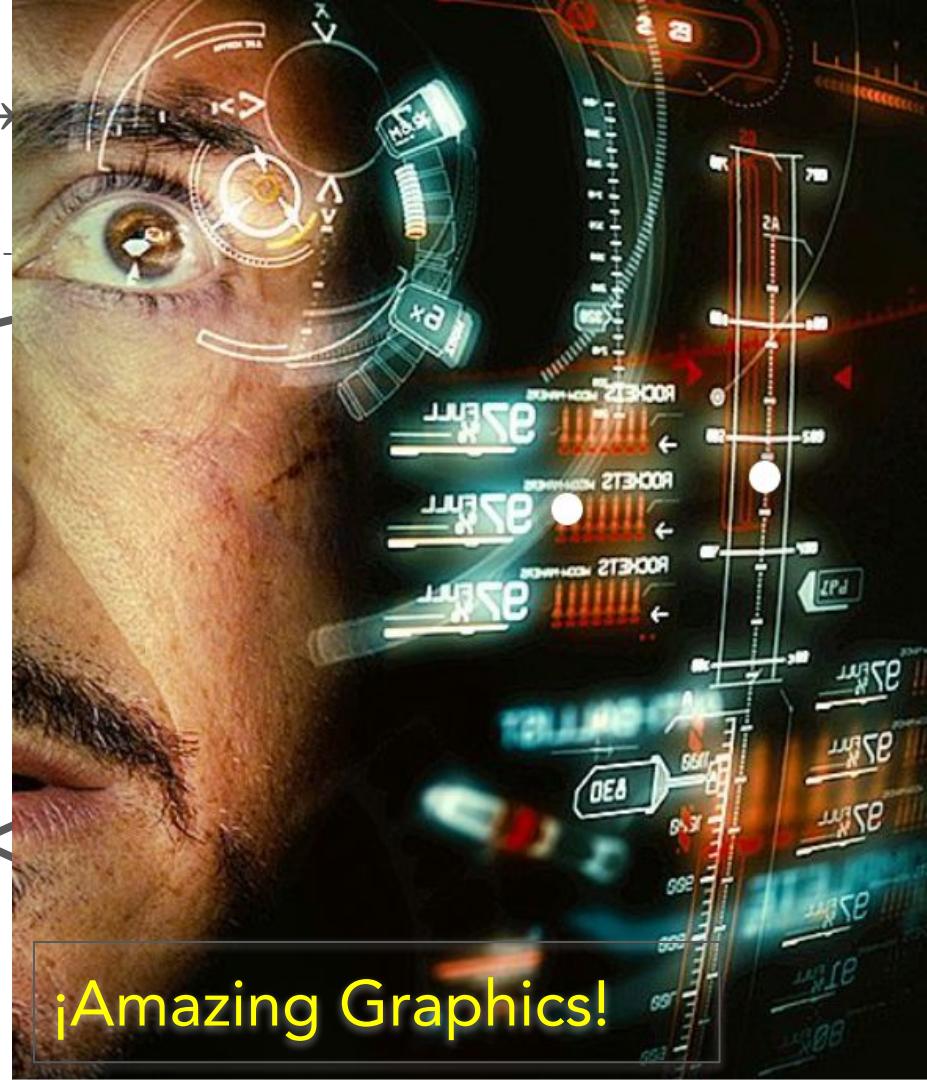
Información

Datos



Exploración  
y limpieza  
de los datos

NO



Estilo y  
composición

# Herramientas recomendadas

- Matplotlib y su ecosistema
- iXlub
- OpenRefine ([link](#))
- Flourish ([link](#))
- iNZight ([link](#))
- VIT - Visualization Inference Tools ([link](#))
- RAW Graphs ([link](#))
- QGIS ([link](#))
- Paraview ([link](#))
- OpenDx (sudo apt install dx)
- Mayavi ([link](#))
- Vispy ([link](#))
- Adobe Creative Cloud

[www.thefunctionalart.com](http://www.thefunctionalart.com)

