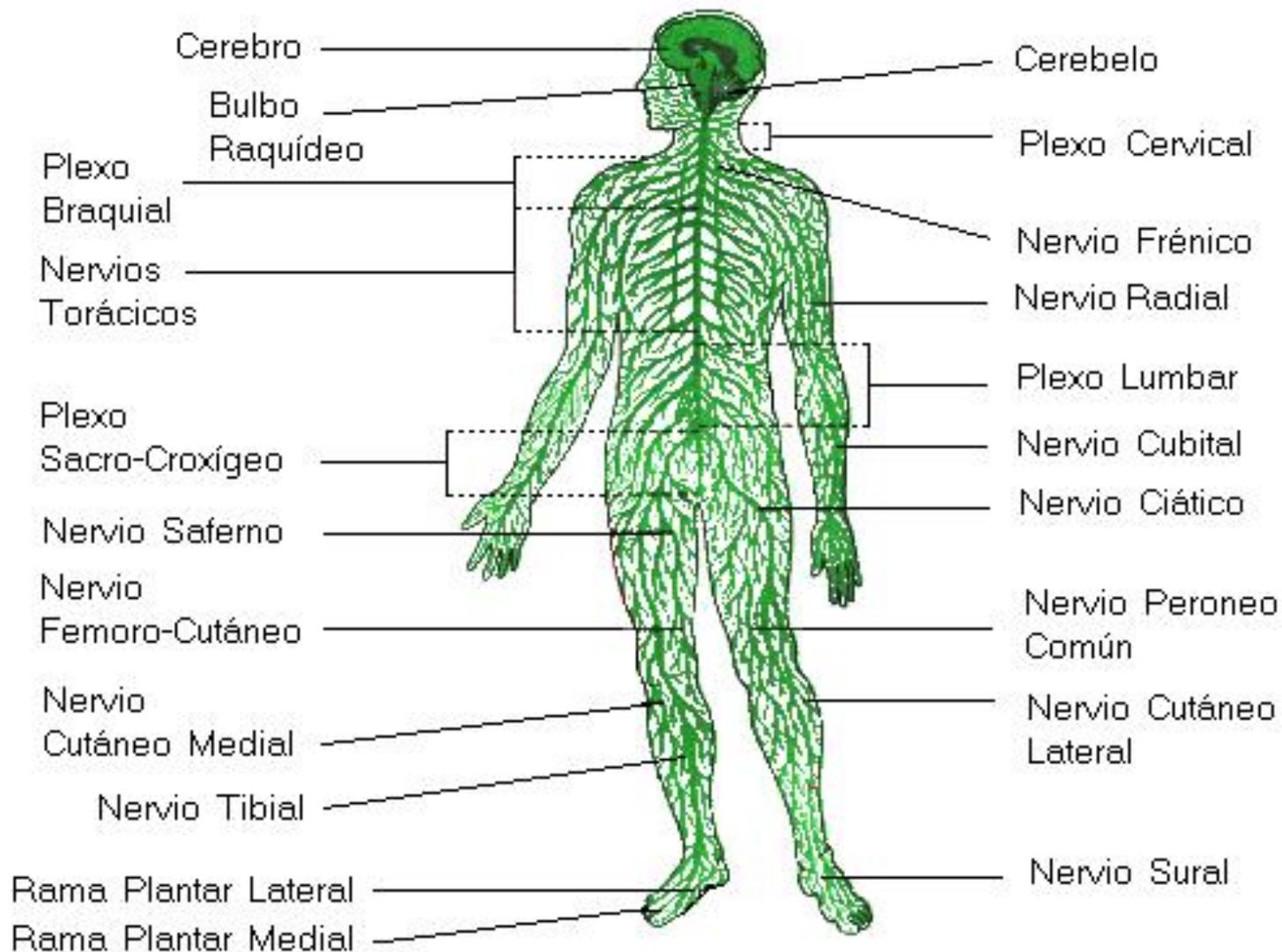
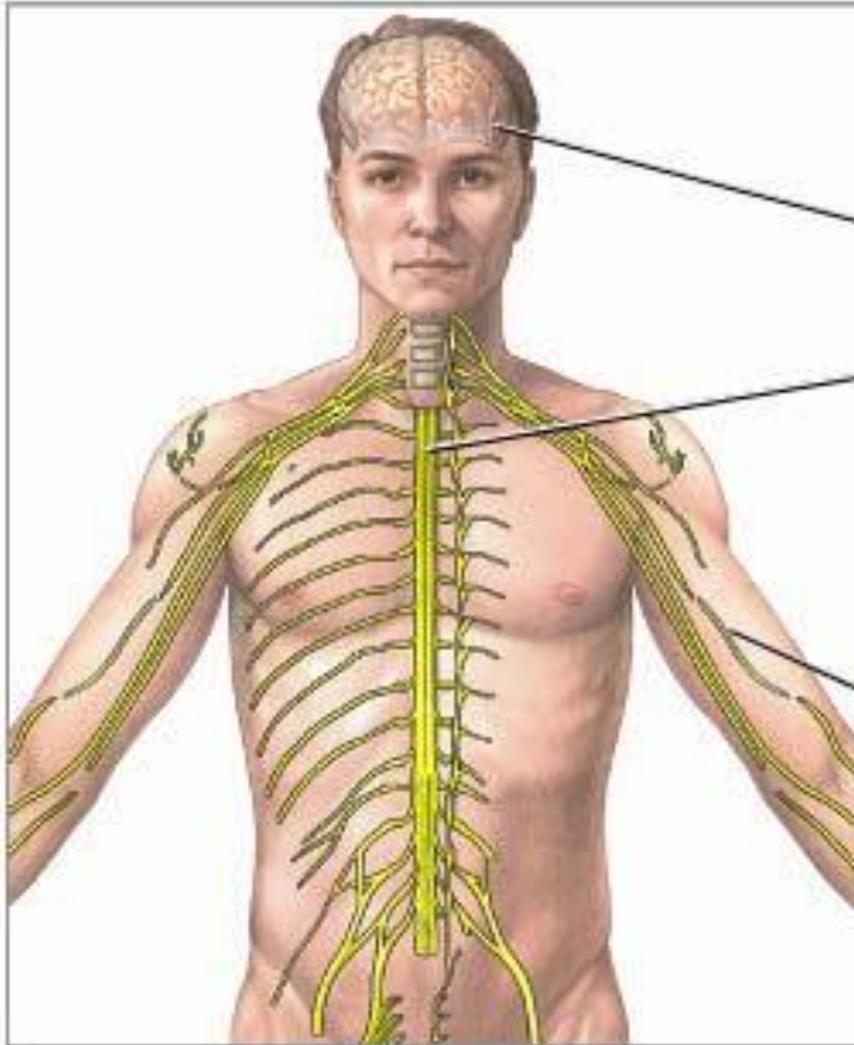


# SISTEMA NERVIOSO



# SISTEMA NERVIOSO DE LA VIDA DE RELACION



Sistema nervioso central

Encéfalo

Médula espinal

Sistema nervioso periférico

Nervio periférico

## SISTEMA NERVIOSO CENTRAL

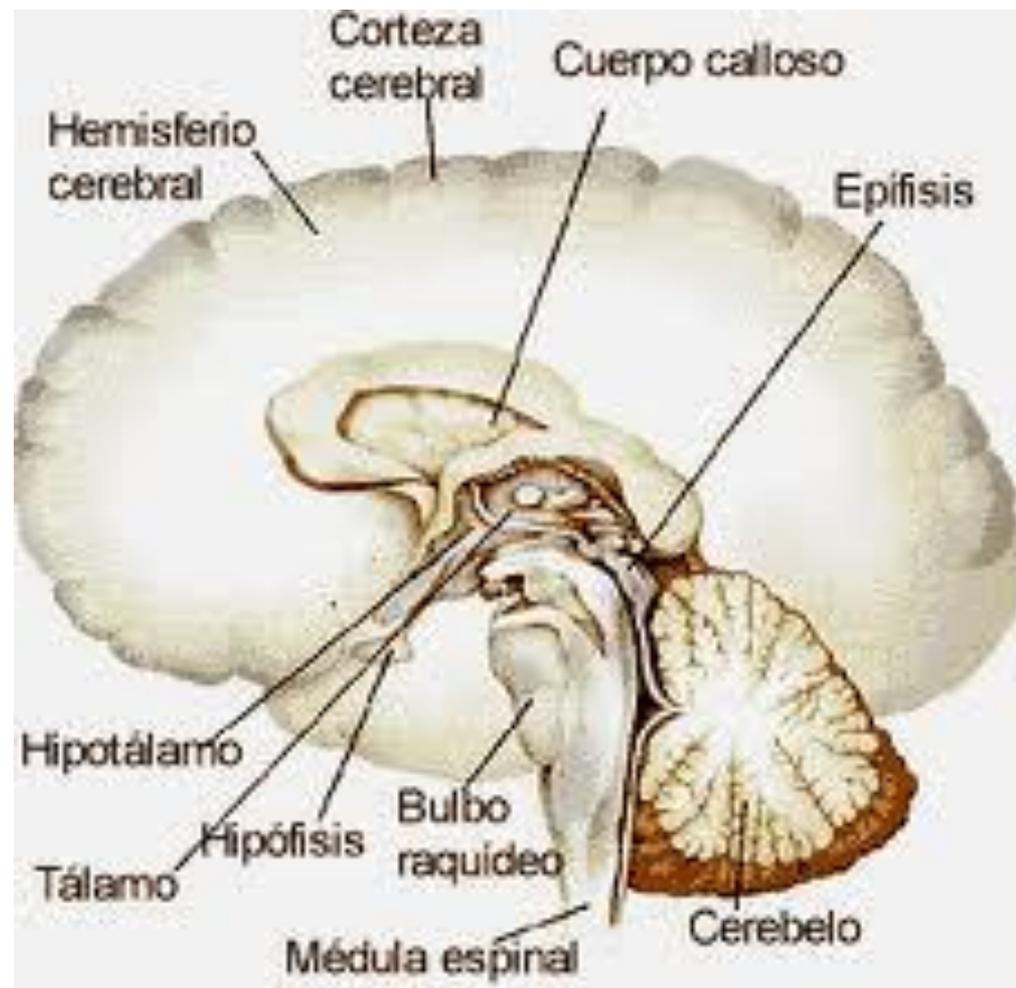
### ENCEFALO

- \*Cerebro,
- \*Pedunculos cerebrales,
- \*Cerebelo,
- \*Pedunculos cerebelosos,
- \*Protuberancia anular,
- \*Bulbo raquideo

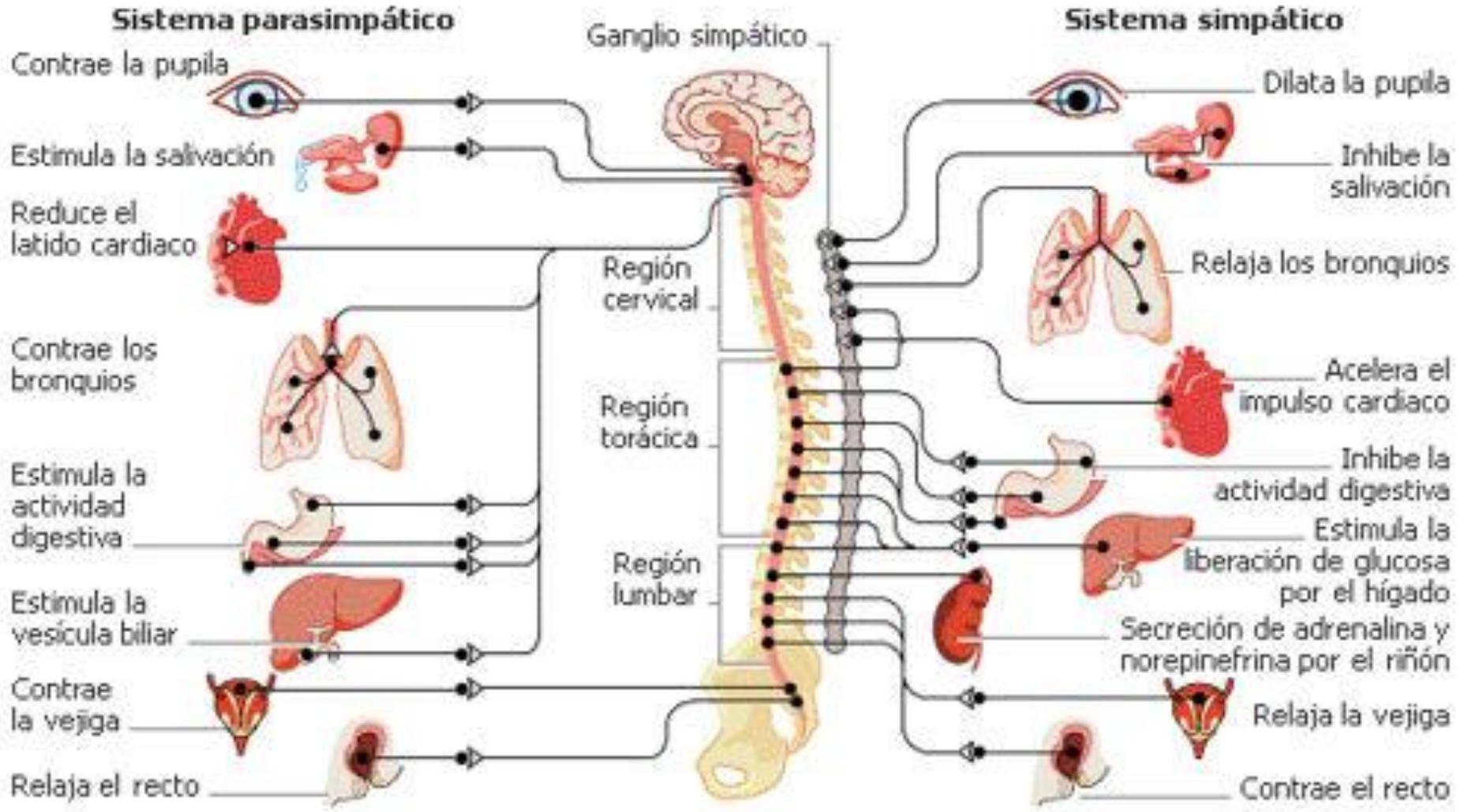
### MEDULA ESPINAL

## SISTEMA NERVIOSO PERIFERICO

### NERVIOS



# SISTEMA NERVIOSO AUTONOMO

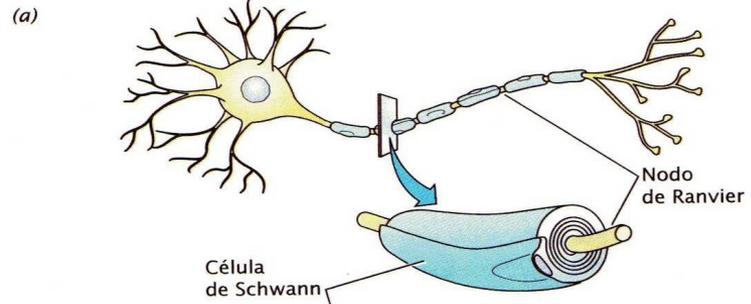
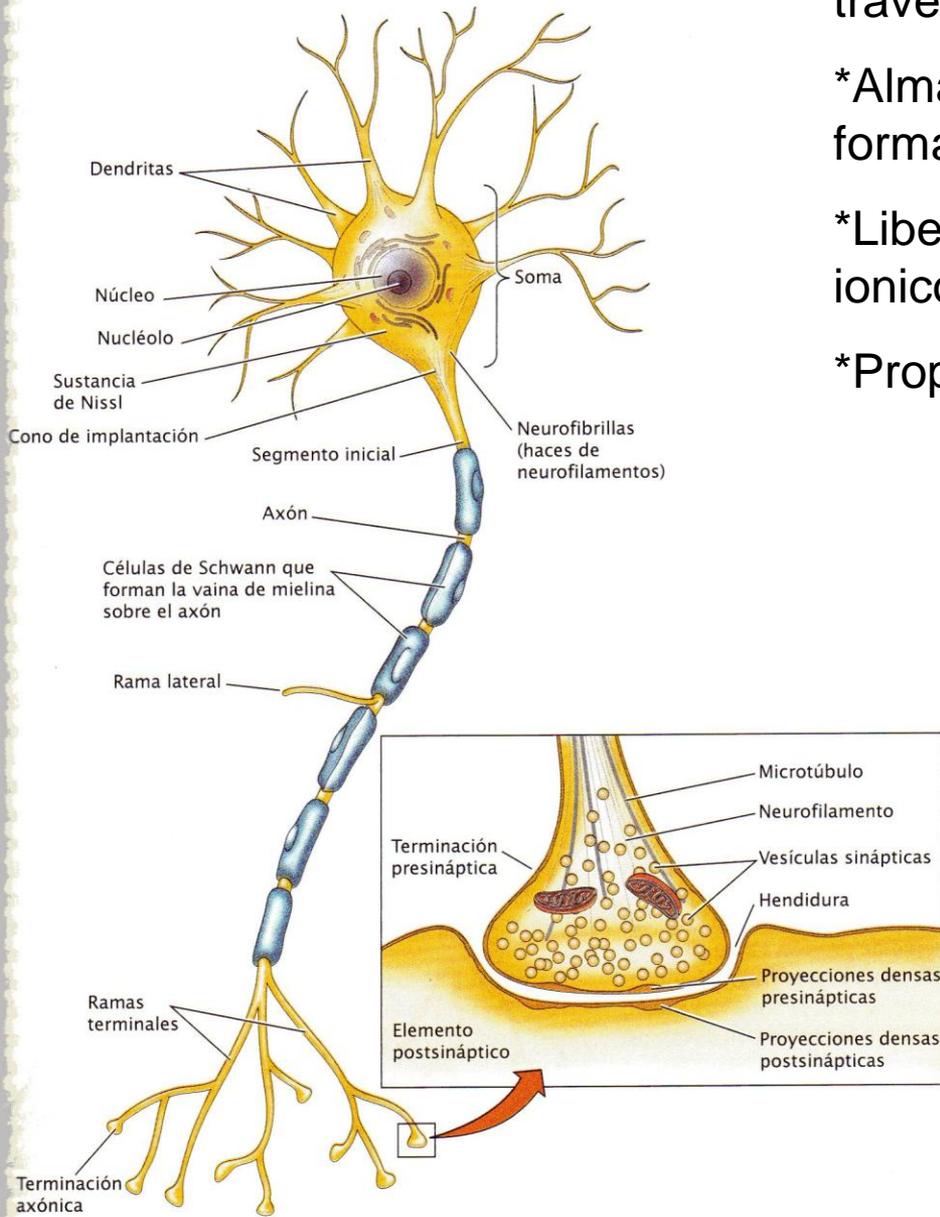


**Neuronas  $>10^{10}$ -  $10^{11}$ .** Su función se realiza a través de las propiedades de:

\*Almacenamiento de energía electroquímica en forma de gradiente iónico,

\*Liberación de esta energía a través de canales iónicos, de compuerta selectivos,

\*Propiedades eléctricas pasivas de la membrana



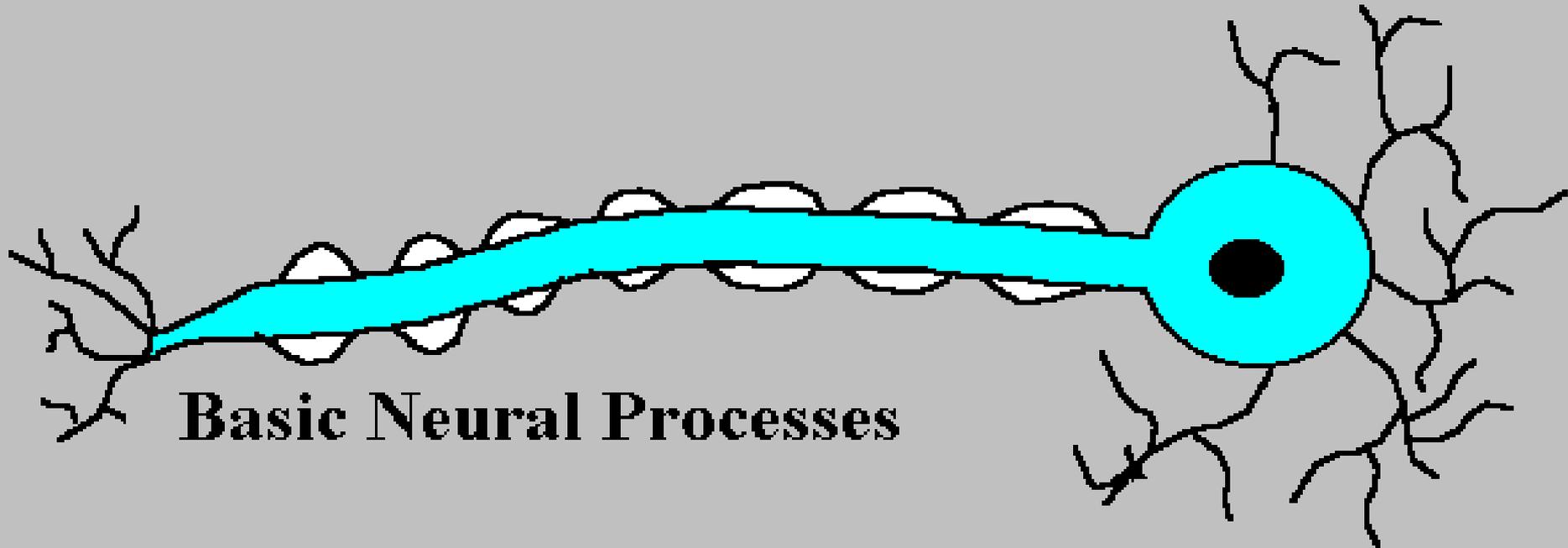
**NEUROGLIA > Células satélite, de soporte, no excitables**

•MACROGLIA

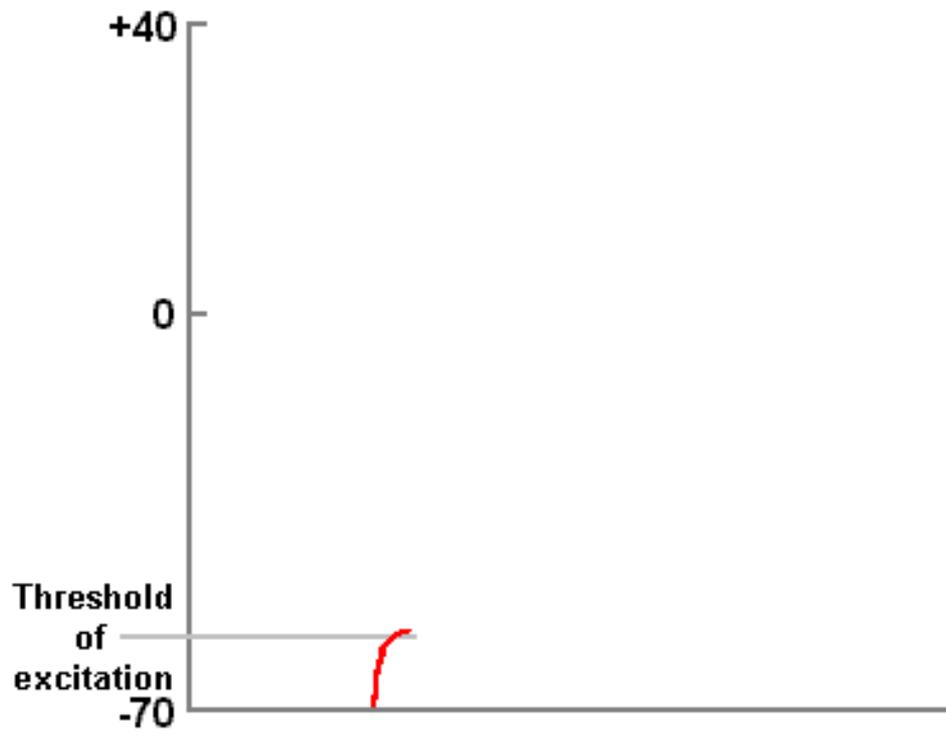
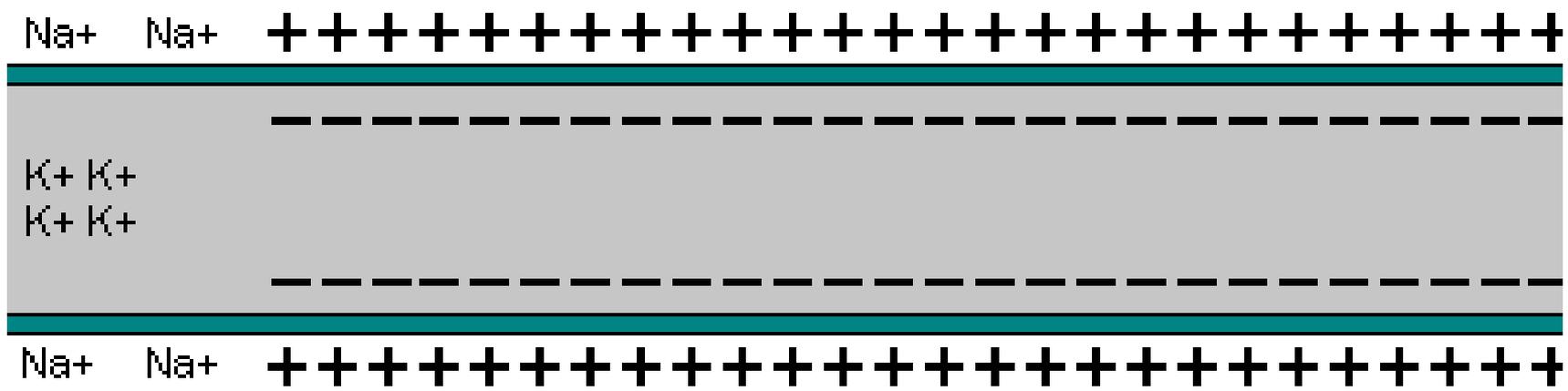
•MICROGLIA

\*OLIGODENDROGLIA

# MEMBRANAS ELECTRICAMENTE ACTIVAS



**Basic Neural Processes**

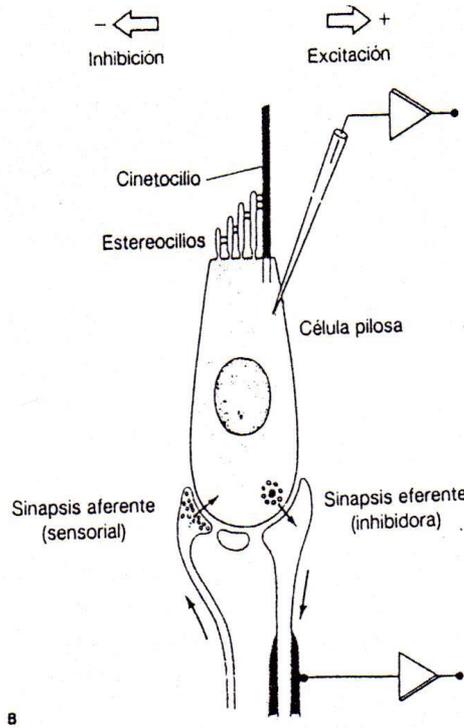
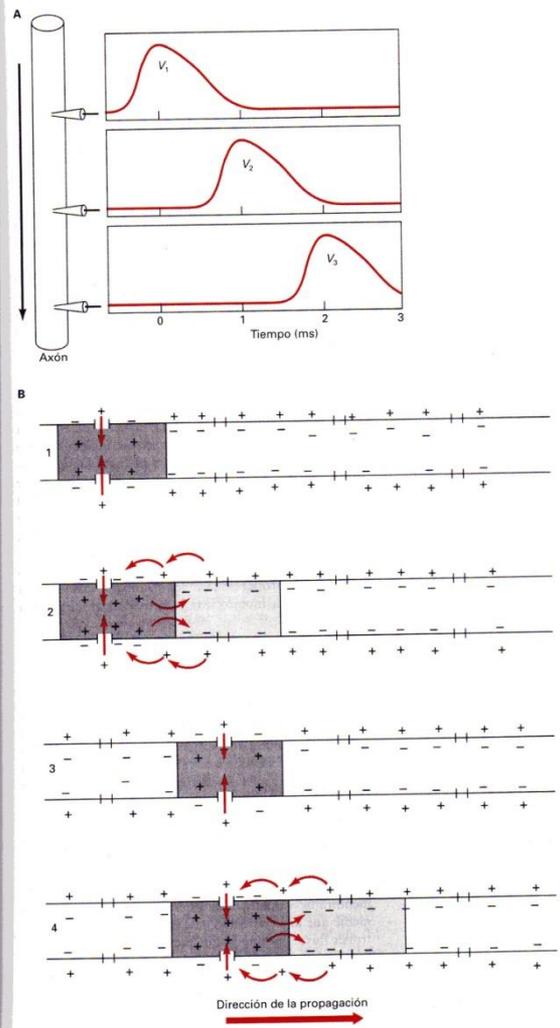


# SEÑALES ELECTRICAS BASICAS

**Potencial de accion**, es autorregenerador, no pierde intensidad a lo largo de su recorrido

**Potencial graduado**, es modelado en su amplitud, de acuerdo a la intensidad del estimulo. Persiste mientras dura el estimulo y es incapaz de transmitir informacion a larga distancia. Pierde amplitud a lo largo del camino >>

>> **Potencial receptor**



El potencial receptor se puede propagar de la zona sensorial a la zona iniciadora de impulsos, donde se generara un potencial de acción > **Potencial generador.**

El potencial receptor puede liberar un neurotransmisor para hacer sinapsis quimica y provocar un potencial de accion.

# VELOCIDAD DE PROPAGACION

La velocidad de propagación del impulso nervioso oscila entre varios  $\text{cm.s}^{-1}$  y  $120 \text{ m.s}^{-1}$ . Esta velocidad de conducción depende de la tasa de despolarización de la membrana ubicada por delante de la región activa.

La tasa de despolarización está en relación con la resistencia que ofrece la membrana a conducir la corriente iónica hacia adelante.

Esta distancia depende de la relación entre la Resistencia Longitudinal y la Resistencia Transversal.

La **Resistencia Transversal** es inversamente proporcional al radio del axón  $> RT = 1/r$

La **Resistencia Longitudinal** es inversamente proporcional al área de sección del axón

$$> RL = 1/A \quad > RL = 1/\pi.r^2$$

Ante un aumento del radio del axón, **la caída de la RL es mayor** que la **caída de la RT**

Constante de longitud =  $\lambda = RT / RL$

$$\lambda = \frac{1/r}{1/\pi.r^2} = \frac{\pi.r^2}{r} = \pi.r \quad \underline{\lambda = \pi.r}$$

Cuanto mayor sea la cte. de longitud **más rápido será el flujo de corriente y más rápida la despolarización.**

Axones sensoriales

Axones musculares

A $\alpha$

A $\beta$

A $\delta$

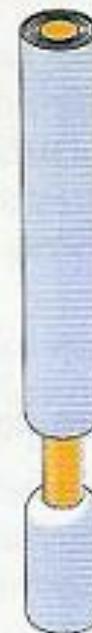
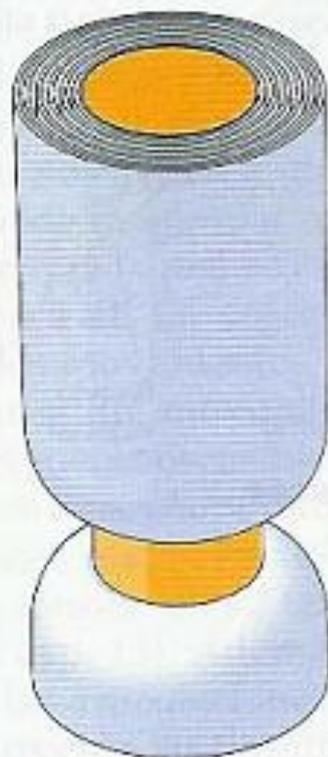
C

Grupo I

II

III

IV



Diámetro (μm)

13-20

6-12

1-5

0,2-1,5

Velocidad (m/seg)

80-120

35-75

5-30

0,5-2

Receptores sensoriales

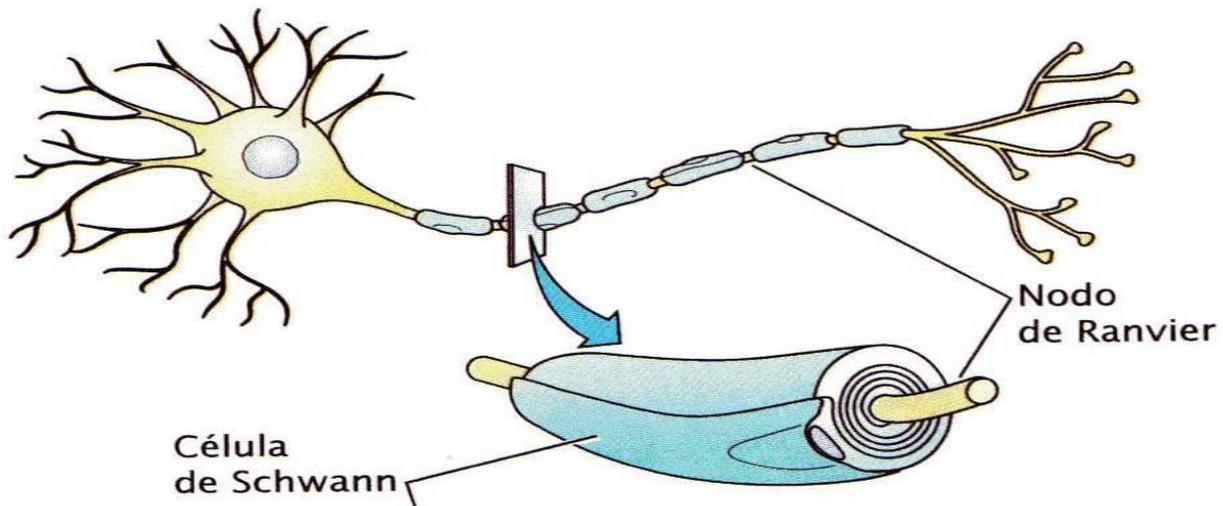
Propioceptores del músculo esquelético

Mecanorreceptores cutáneos

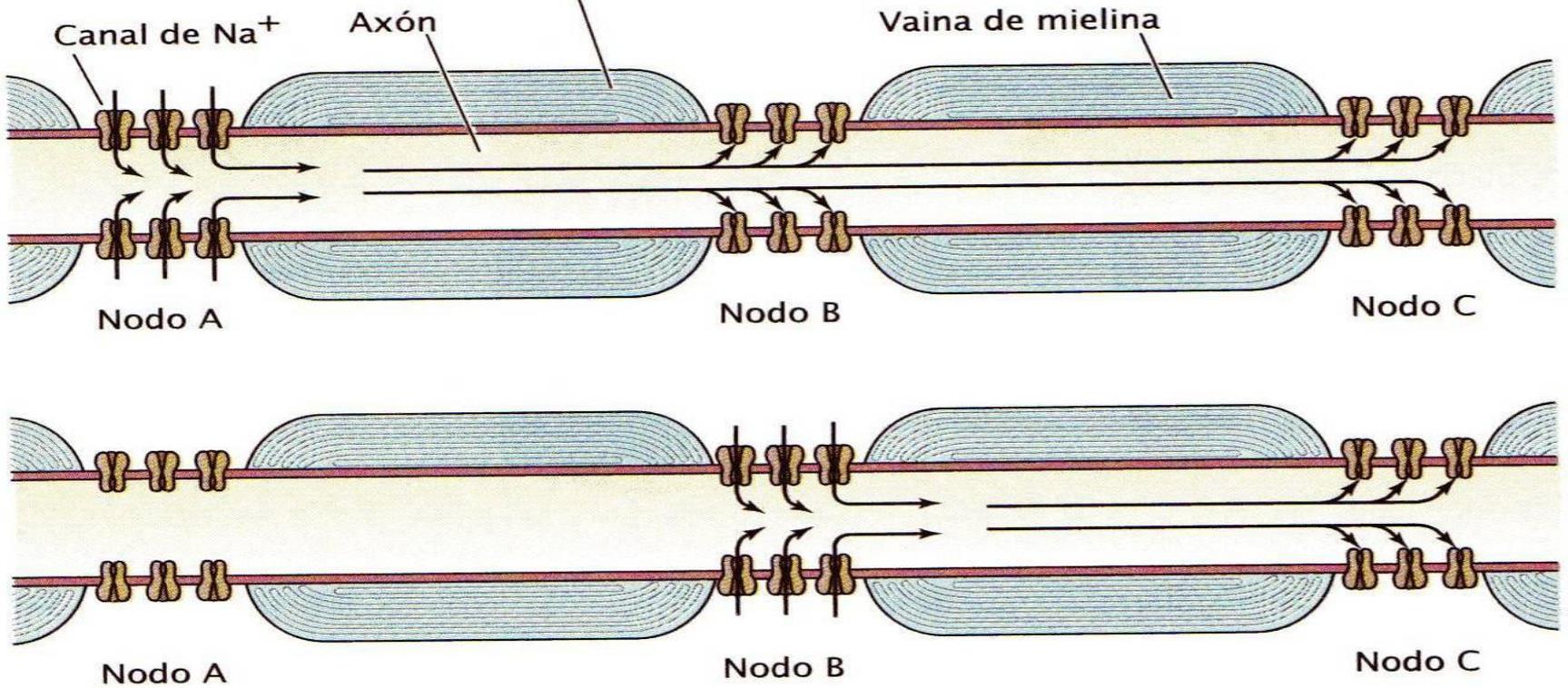
Dolor, temperatura

Temperatura, dolor, prurito

(a)



(b)



# SINAPSIS

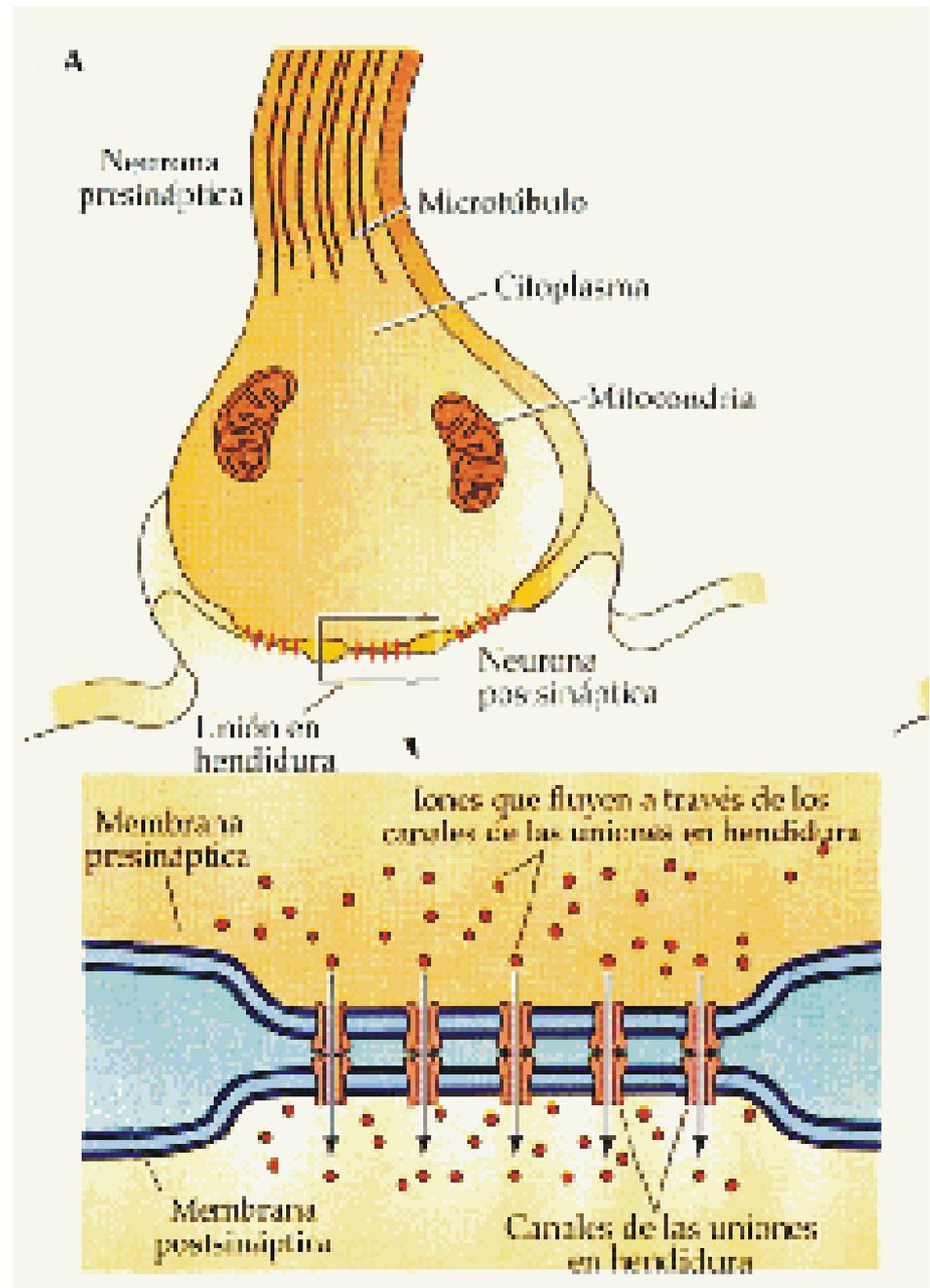
Es la unión funcional entre dos neuronas y puede ser eléctrica o química.

## SINAPSIS ELECTRICA

las membranas de las neuronas están íntimamente unidas por uniones hendidas.

La corriente ionica puede fluir directamente, de una célula a otra.

Dicha señal no difiere del potencial de acción generado en una célula, pero no puede ser amplificador, hacia varias neuronas.

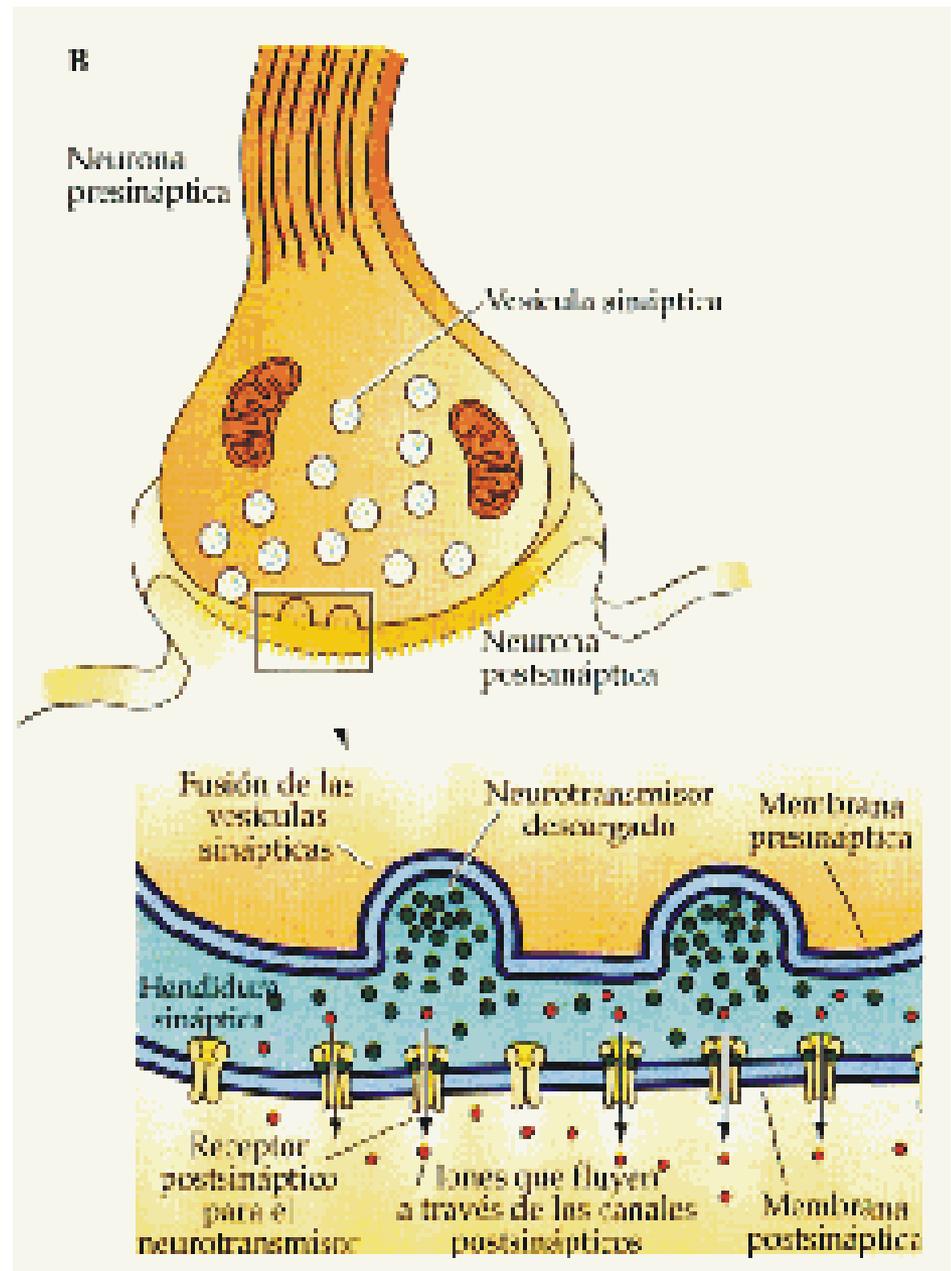


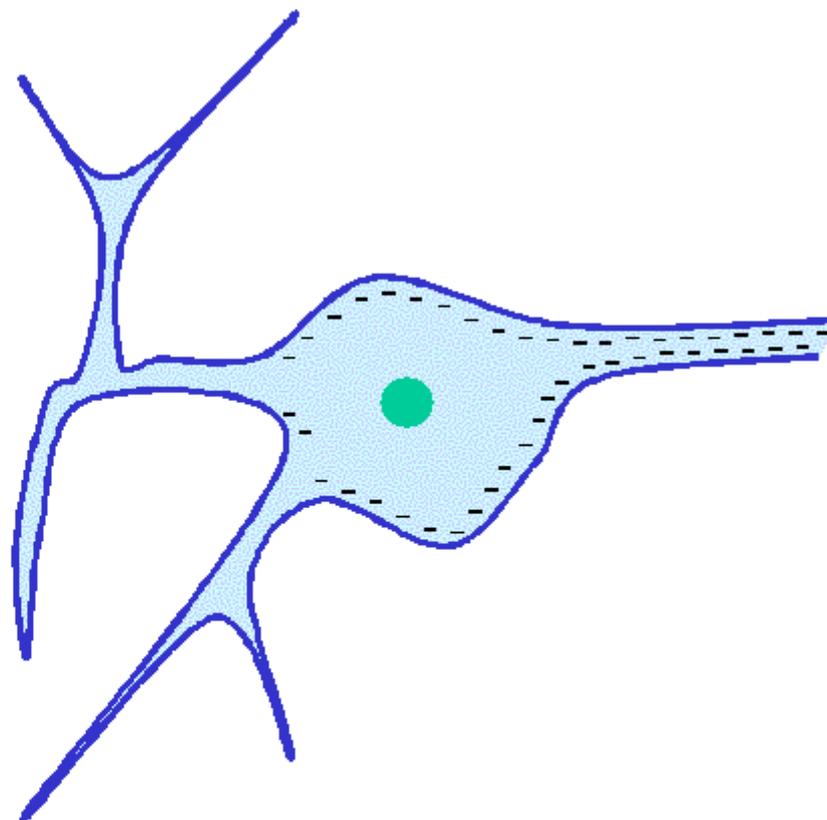
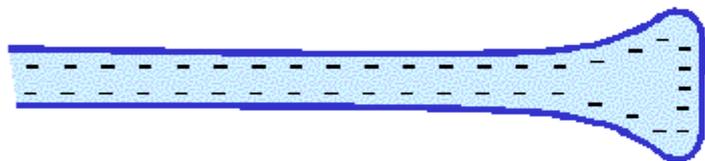
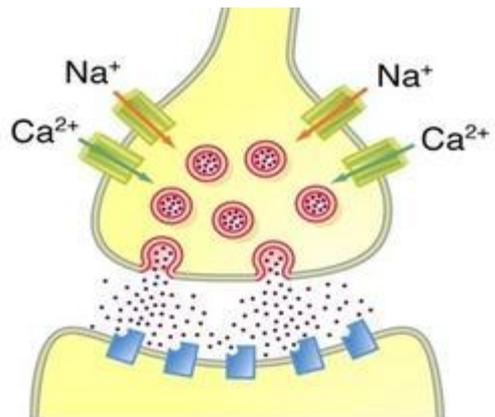
## SINAPSIS QUIMICA

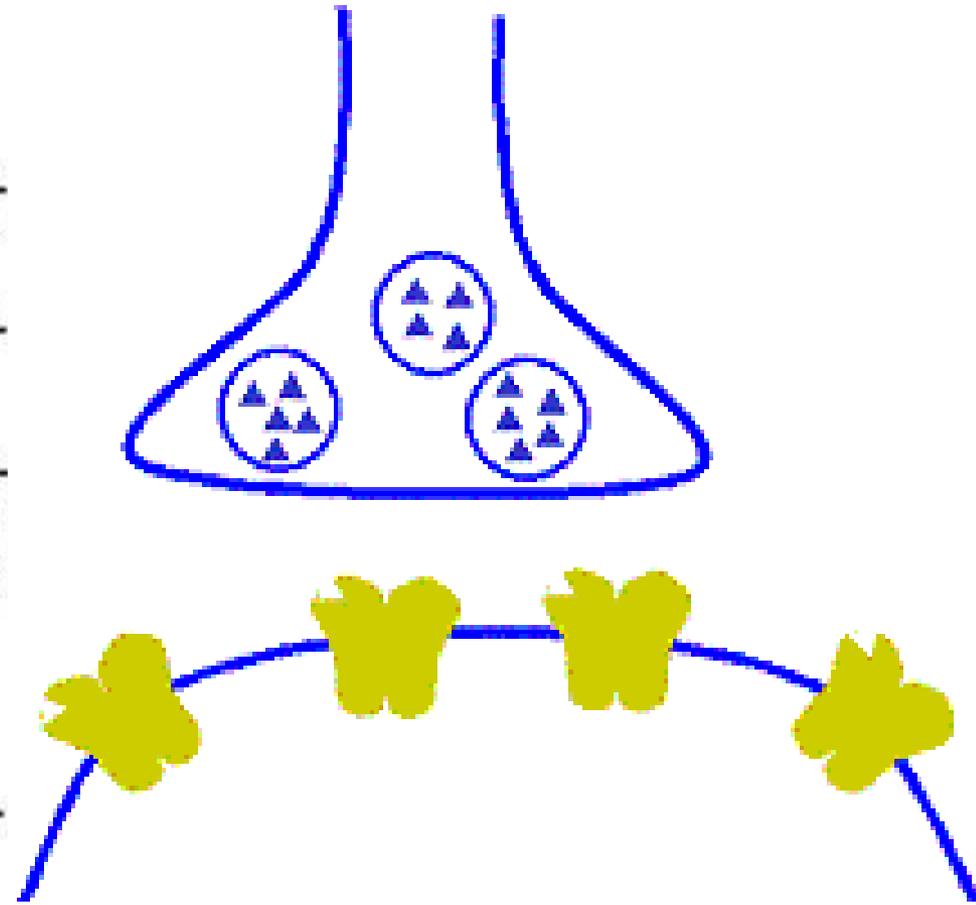
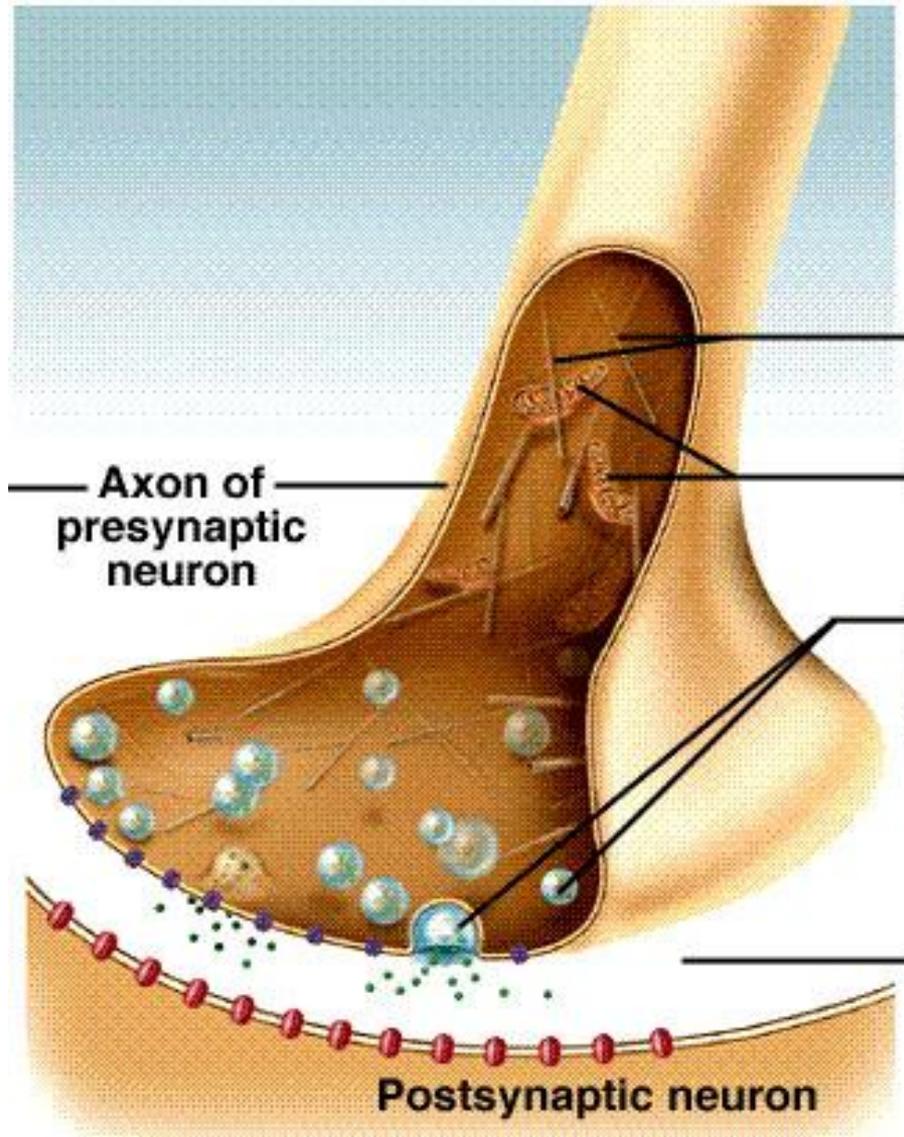
las células no se hallan en íntimo contacto, sino separadas 20 nm.

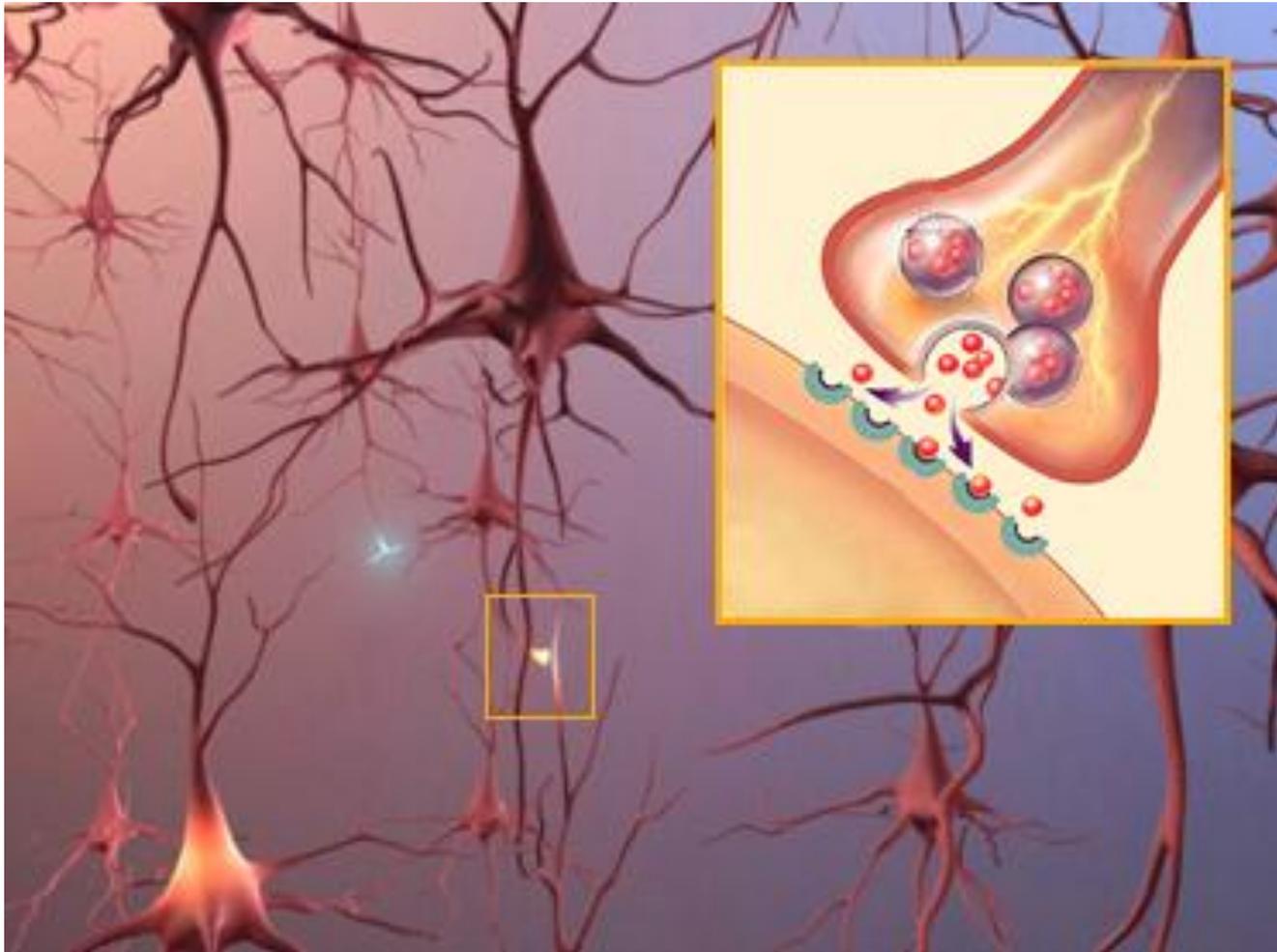
La corriente despolarizadora presináptica activa los canales de  $\text{Ca}^{+2}$  en los botones terminales, permitiendo el ingreso de  $\text{Ca}^{+2}$  a la célula.

El  $\text{Ca}^{+2}$  inicia la exocitosis de vesículas que contienen una sustancia neurotransmisora. Las vesículas son de unos 50 nm y contienen una  $10^4$  moléculas transmisoras.









Un suceso se considera excitador cuando aumenta la probabilidad de iniciar un PA en la célula postsináptica.

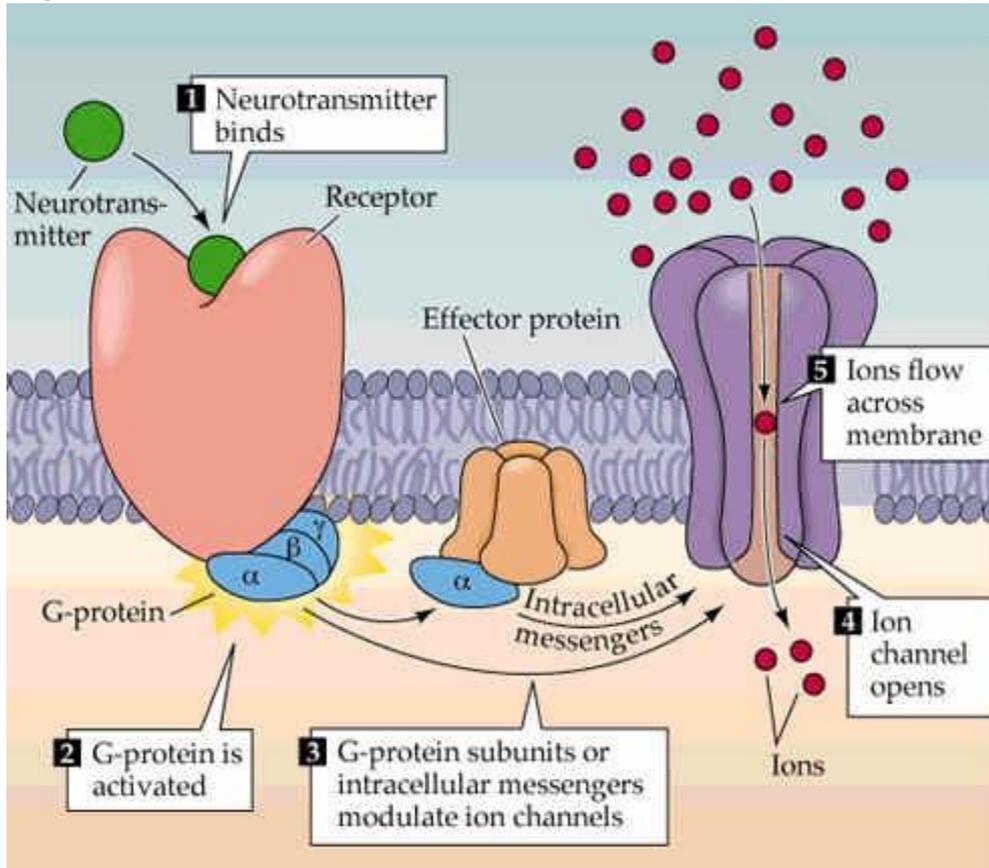
Es transportado por canales de  $\text{Na}^+$  o  $\text{Ca}^{+2}$ .

También hay corrientes inhibitoras, transportadas por canales de  $\text{K}^+$  o  $\text{Cl}^-$ .

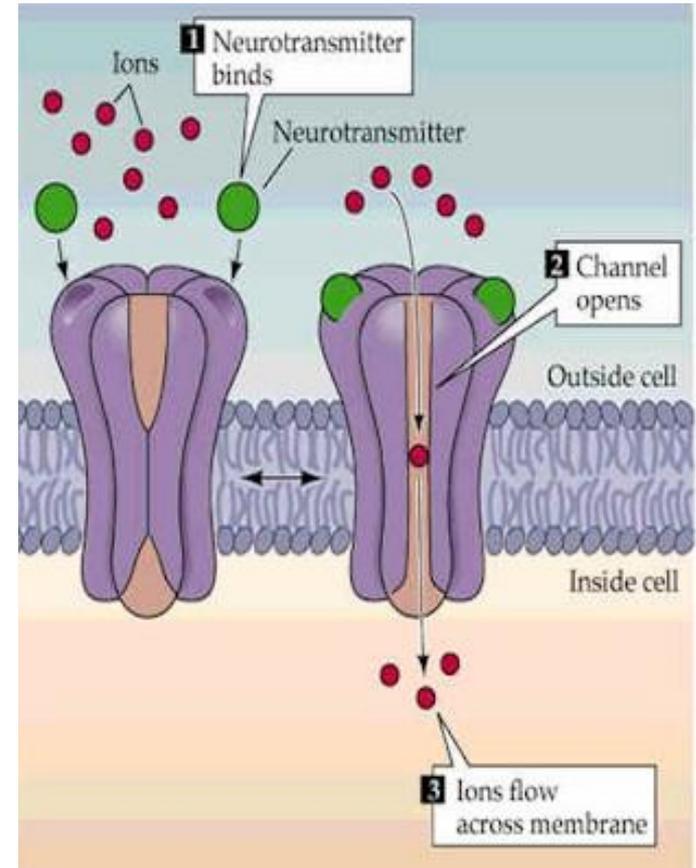
Los neurotransmisores se unen a receptores específicos de la membrana postsináptica y modulan la apertura de canales iónicos. Esto permite el flujo de iones y una corriente eléctrica postsináptica.

# RECEPTORES

Puede ser un elemento de la membrana que activa un canal iónico



Puede ser el mismo canal iónico



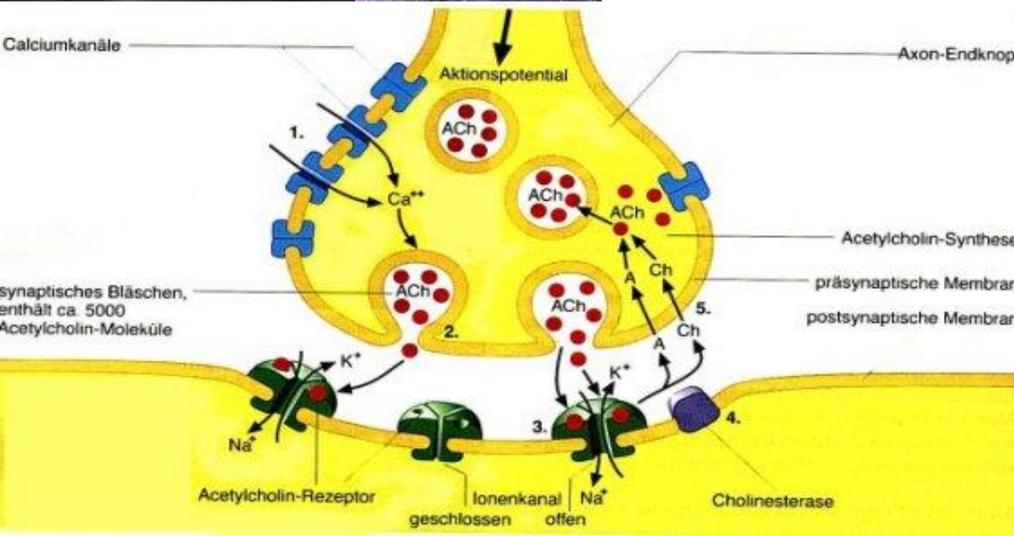
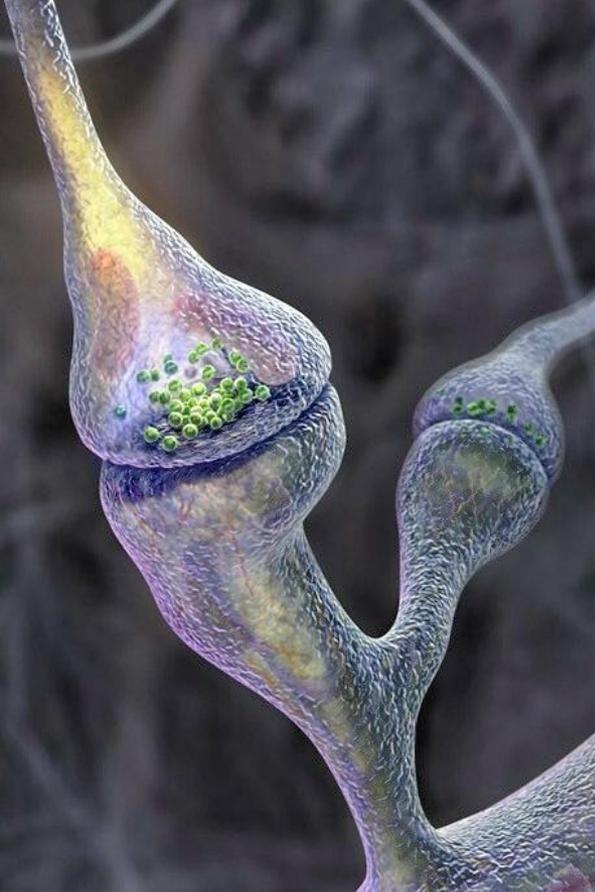
# NEUROTRANSMISORES

Acetilcolina (ACh) Neuronas motoras en médula espinal. Unión neuromuscular. Numerosas áreas de la corteza. Interneuronas en el cuerpo estriado. Sistema nervioso autónomo.

Dopamina Cuerpo estriado, sistema límbico y numerosas áreas de la corteza cerebral. Hipotálamo. Hipófisis.

Noradrenalina (NE) Protuberancia, sistema límbico, Hipotálamo, corteza Bulbo raquídeo, Médula espinal. Neuronas posganglionares del sistema nervioso simpático

Serotonina Núcleos protuberancia. Bulbo raquídeo, asta posterior de la médula espinal



Ácido  $\gamma$ -aminobutírico (GABA) Principal neurotransmisor inhibidor del cerebro.

Glicina Principal neurotransmisor inhibidor de la médula espinal

Glutamato Principal neurotransmisor excitador; localizado por todo el SNC, incluso en células piramidales corticales.

# ETAPAS DE LA FUNCIÓN SINÁPTICA QUE PUEDEN AFECTARSE POR DROGAS

Etapas perturbadas	Mecanismos de acción
Producción de neurotransmisor	1. Inhibición de las enzimas responsables de la síntesis 2. Fuga de neurotransmisor fuera de las vesículas
Almacenamiento y liberación de neurotransmisor	3. Bloqueo de su liberación en el espacio sináptico.
Desactivación del neurotransmisor	6. Bloqueo de la recaptura. 5. Inhibición de enzimas que degradan el neurotransmisor.
Fijación en el receptor	4. Imposibilidad de acción del neurotransmisor

## Algunos venenos Neurotóxicos:

Curare- Toxina botulínica- Toxina de Viuda negra- Toxina de Marea roja-

**DEPRESORES:** relajan el sistema nervioso, pero en dosis pequeñas poseen propiedades estimulantes, provocando estados de euforia.

**Analgésicos narcóticos:** Opiáceos como la **Heroína**, bloquean el dolor y producen sensaciones naturales de euforia. Tienen cierto parecido con la endorfina que se produce en el organismo. Por ello al ser consumidas frecuentemente, se deja de producir, provocando una dependencia, pues en este tipo de sustancias no es posible bloquear las vías de dolor.

**LSD:** Dietilamina del ácido lisérgico, tiene una semejanza con el neurotransmisor Serotonina, e interactúa con sus receptores. Puede provocar una inhibición de la producción de Serotonina, ocurriendo un proceso similar al inducido por los opiáceos.

**Mezcalina:** proveniente del cactus *Lophophora*, este alucinógeno inhibe la recapturación del neurotransmisor Norepinefrina, por ende puede originar estados de euforia.

**Cannabis:** a partir de esta planta se extraen diversos sucedáneos como el hachís y la marihuana, entre otros. Poseen diferencias significativas en comparación con las drogas anteriormente mencionadas, ya que no son adictivos desde un punto de vista fisiológico, ni tampoco actúan a través de la sinapsis, sino más bien lo hace ligándose a una proteína que funciona como su receptor.

**ESTIMULANTES:** estimulan el sistema nervioso Central provocando una sensación de euforia, así como también respuestas más rápidas.

**Cocaína:** actúa sobre neurotransmisores: Dopamina, Norepinefrina y Serotonina, inhibiendo su recaptación, provocándose una acción sostenida de la sinapsis. Se sabe, además, que lo anterior se ejerce específicamente en un sistema que conforma el encéfalo denominado Sistema Límbico. Este se relaciona con los centros de regulación del sueño, el apetito y funciones emotivas como la autoestima, la capacidad de comunicación, e intelectuales, entre las cuales se encuentran las capacidades de concentración, atención y alerta.

**Anfetamina:** provocan reacciones similares a la cocaína, induciendo a la hiperfunción, pues al inhibir la enzima monoaminoxidasa (MAO) -encargada de degradar la Dopamina, Norepinefrina y Serotonina- la neurona se llena de neurotransmisores, fugándose estos últimos a la sinapsis, activando en mayor número y de una forma continua receptores ubicados en la neurona Post-sináptica.

**Metilxantinas:** cafeína nicotina, entre otros. Producen un incremento de los “segundos mensajeros”, amplifica la sinapsis entre neuronas, bloquean los receptores de Adenosina (neuromoduladores). Producen efectos estimulantes tales como el estado de alerta, disminución de la fatiga, insomnio y mayor capacidad de atención.



En invertebrados el pulpo presenta el SN más complejo.

10<sup>8</sup> neuronas.

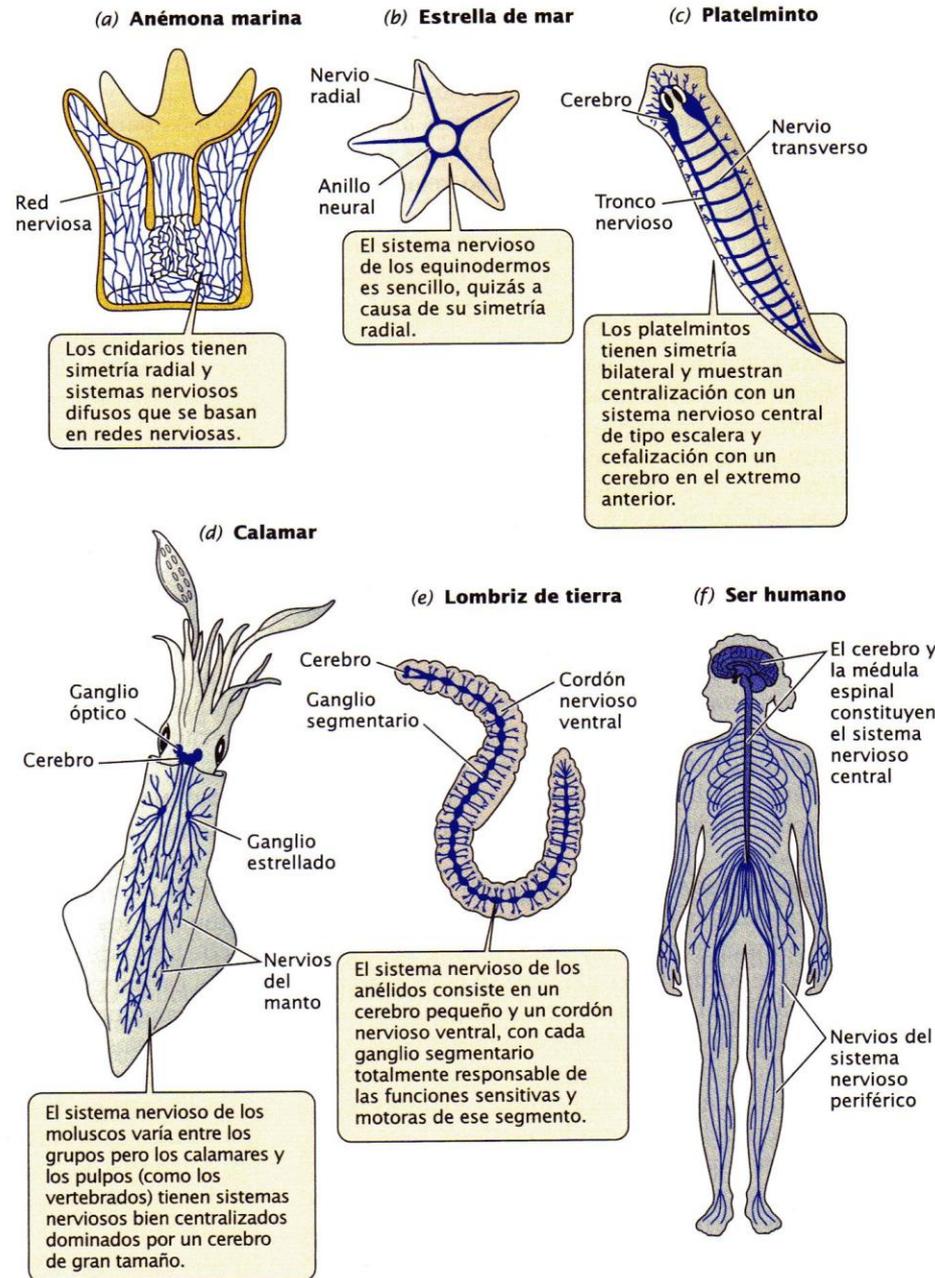
Cerebro con lóbulos.

Comportamiento inteligente.

En vertebrados encontramos el mayor nivel de organización.

Cerebro multifuncional.

Corteza altamente organizada, con asignación de áreas sensoriales, motoras, de asociación, de memoria, del habla



Redes nerviosas difusas

Principio de organización de Arco reflejo

Aparición de ganglios: organizaciones neuronales

Ganglios en serie unidos por cordón nervioso: animales segmentados

Fusión de ganglios en "Cerebros" o superganglios

# MECANISMOS SENSORIALES

ESTIMULO > RECEPTOR > TRANSDUCTOR > DESPOLARIZACION DE MEMBRANA > AMPLIFICACION

↓  
Mayor intensidad del estímulo > mayor la cantidad de canales que responden > mayor potencial

↓  
LUMINICO

QUIMICO

ELECTRICO

MECANICO

TERMICO

↓ receptor  
Potencial graduado ≠ Potencial de acción

Los diferentes impulsos son indistinguibles unos de otros. La codificación de la información se realiza según la frecuencia de impulsos > frecuencia alta > estímulo fuerte.

↓  
**RANGO DINAMICO DEL RECEPTOR**- rango de intensidades que el receptor puede captar sin saturarse y producir señales paulatienamente mayores.  
Hay una relación logarítmica entre la energía del estímulo y la frecuencia de descarga de impulsos.

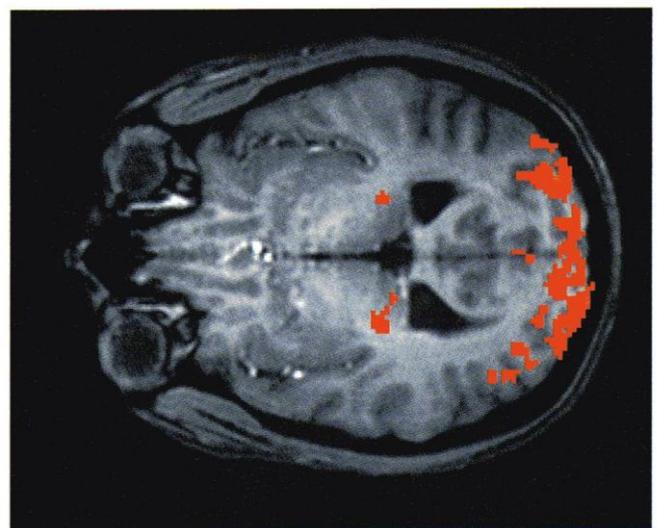
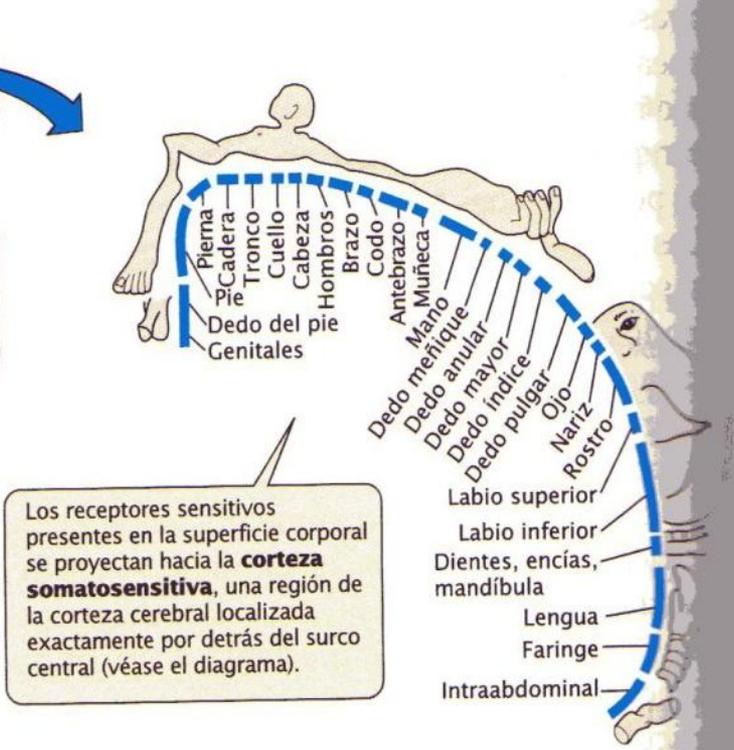
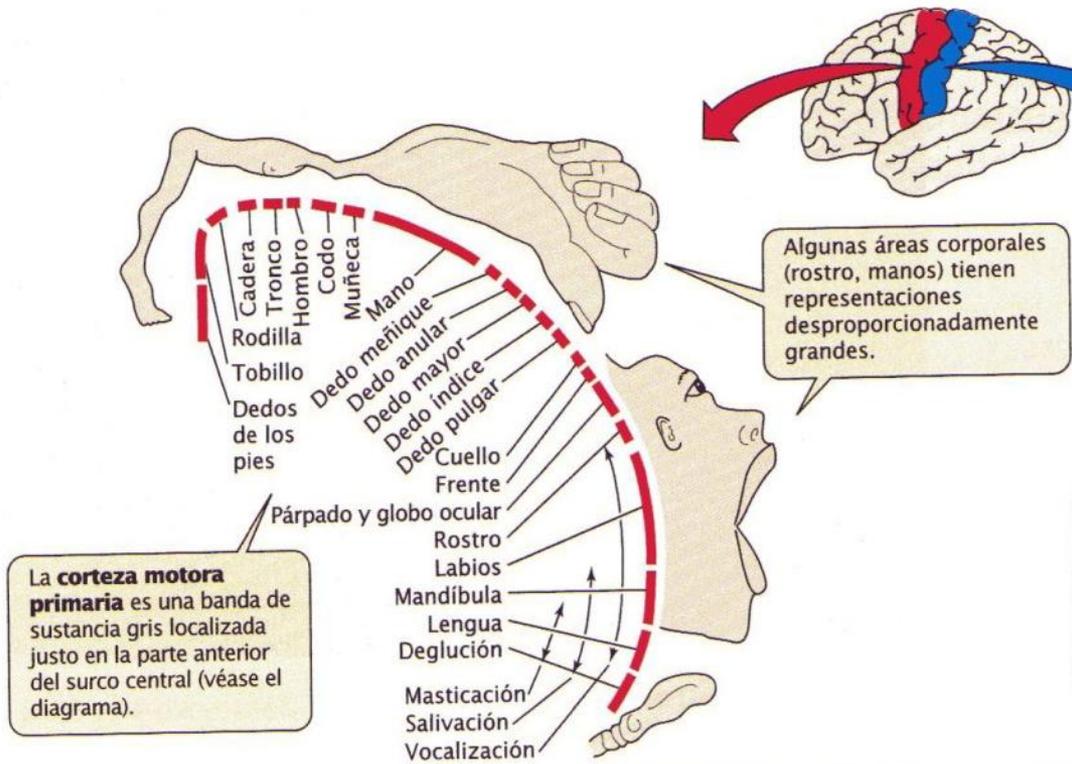
**ADAPTACION**- Proceso de acostumbramiento que sufren los receptores sometidos a una exposición mantenida al estímulo. Puede ocurrir en varios niveles:

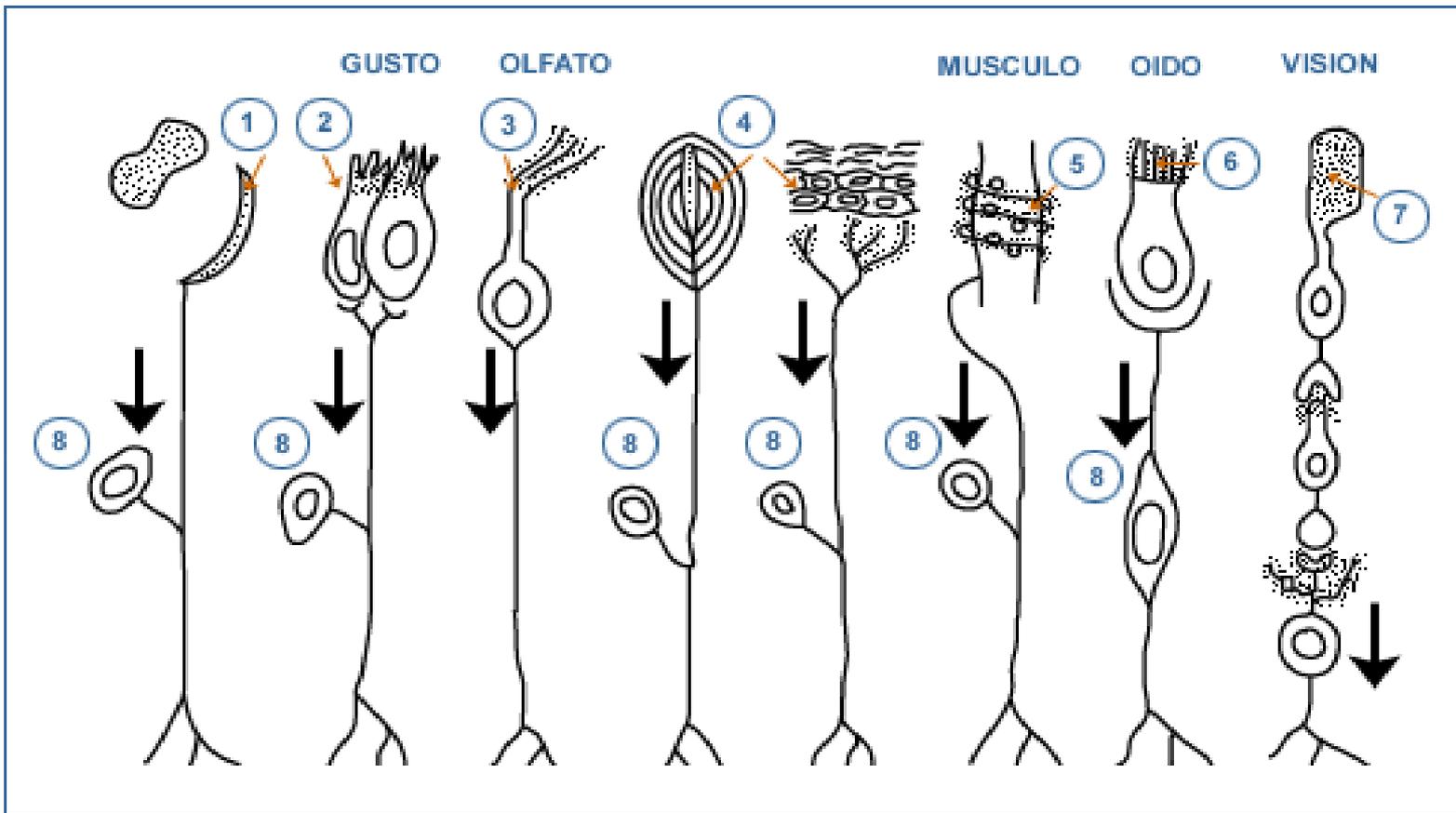
- \*En los mecanorreceptores el filtro sensorial deja pasar estímulos de carácter transitorio.
- \*Las propias moléculas receptoras pueden quedar aniquiladas (pigmento visual).
- \*La cascada enzimática que desencadenan algunos receptores puede inhibirse por acumulación de sustancias reguladoras ( $\text{Ca}^{+2}$ ).
- \*Una estimulación sostenida del receptor puede activar canales de  $\text{K}^+$  que disminuyen el potencial de membrana.



(a) Homúnculo motor

(b) Homúnculo sensitivo





- 1-Célula sensorial quimiorreceptor del corpúsculo carotideo
- 2-Célula gustativa sensible a moléculas presentes en los alimentos
- 3-Neurona olfativa sensible a odogenos
- 4-Corpúsculo de Pacini, sensible a estímulos mecánicos de presión
- 5-Terminales nerviosos de la piel sensibles a estímulos nocivos que provocan dolor
- 6-Células pilosas del oído interno sensibles a estímulos acústicos
- 7-Células de la retina (conos o bastoncitos) sensibles a los efectos de la luz
- 8-Primera neurona de la vía sensorial de mecanorreceptores de elongación presente en el huso muscular (músculo esquelético)

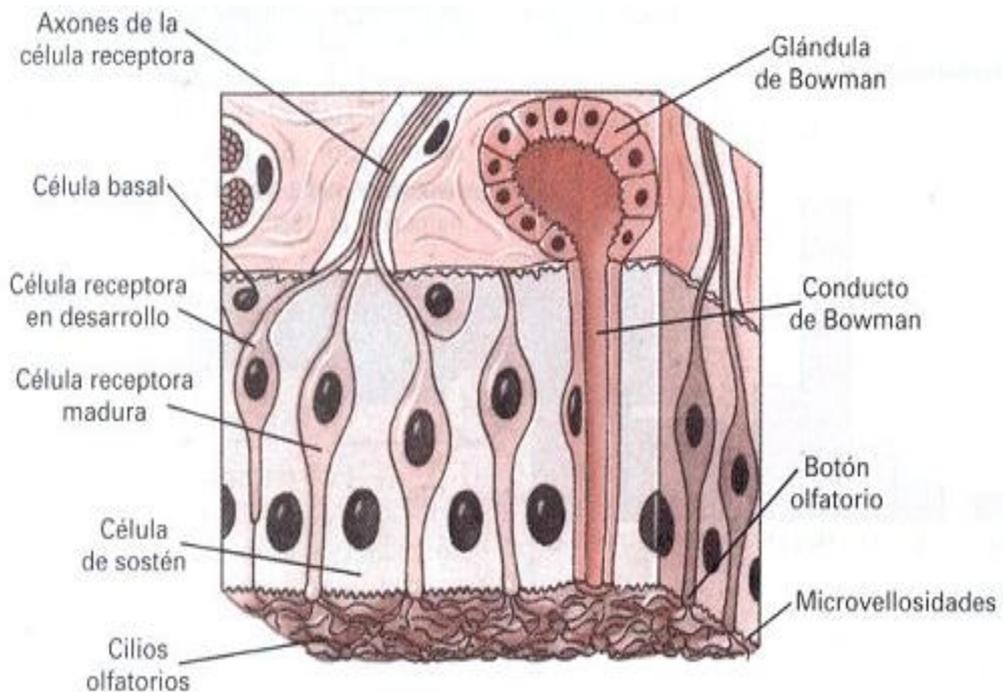
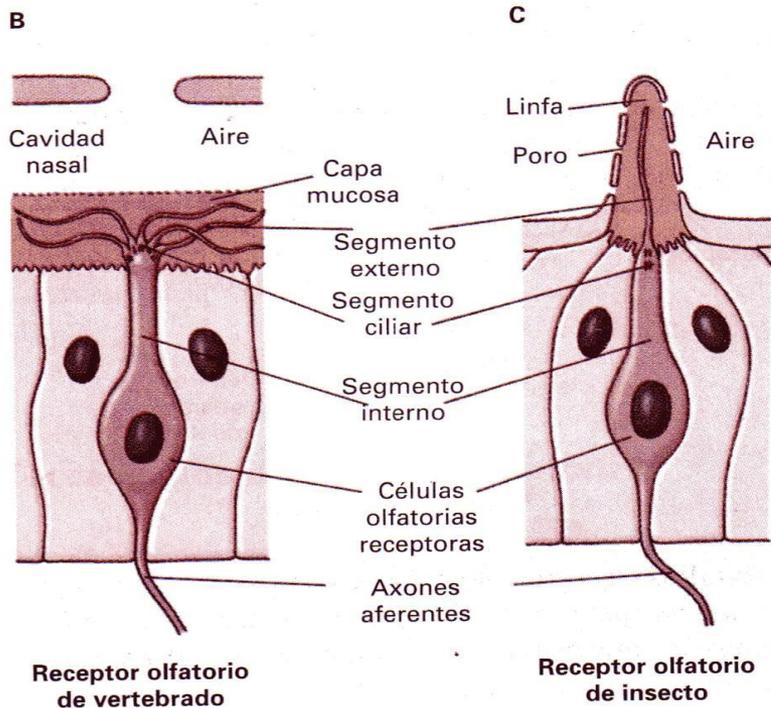
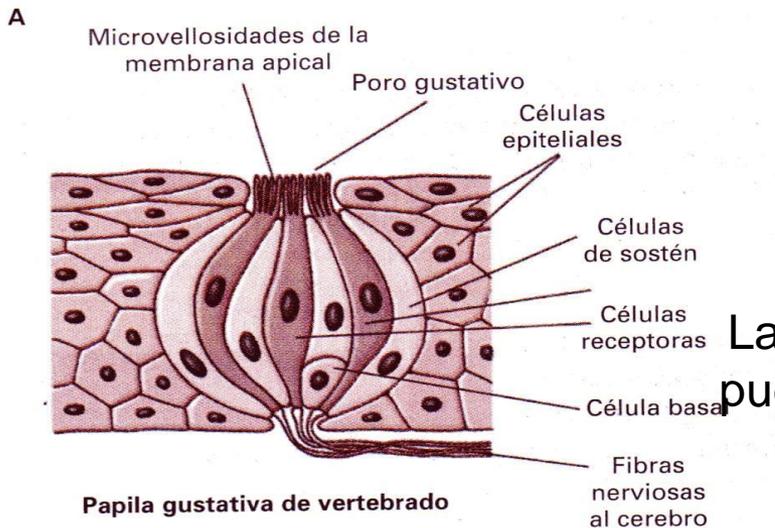
# QUIMIORRECEPTORES

El potencial receptor se produce en las terminaciones de las dendritas que se extienden hasta la punta del sencilio.

El PA se origina cerca del soma celular.

Los receptores olfatorios en vertebrados pueden contener un mosaico de moléculas receptoras.

La aptitud de distinguir una amplia variedad de olores puede residir en la capacidad de los centros olfatorios cerebrales de reconocer una gran cantidad de combinaciones de frecuencias de impulsos.



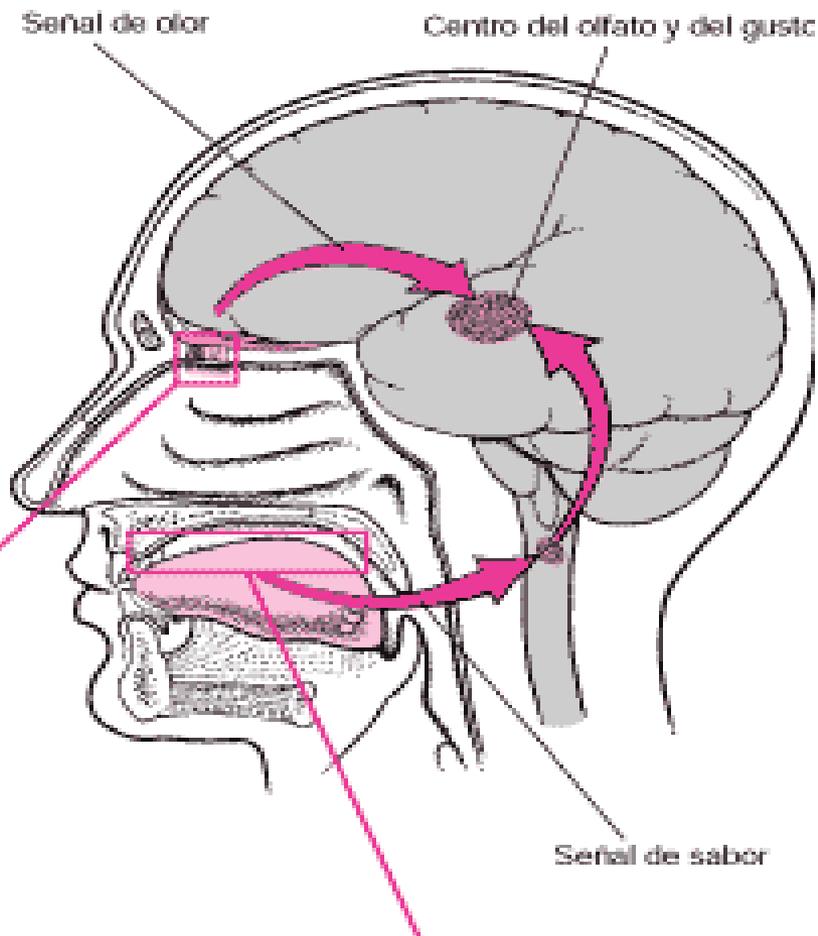
## SABORES:

\***ácido** (depende de la conc. de  $H^+$ ) pH 3,4-3,5

\***salado** (sales de cationes de bajo PM:  $Na^+$ ,  $Li^+$ ,  $NH_4^+$ ) 0,087% NaCl

\***dulce** (propiedad de alcoholes poliatómicos –  $CH_2OH$ ) 0,4-0,5%

\***amargo** (cationes pesados:  $Ca^{+2}$ ,  $Mg^{+2}$ ,  $Rb^{+2}$ )



## OLORES PRIMARIOS

alcanfor

almizcle

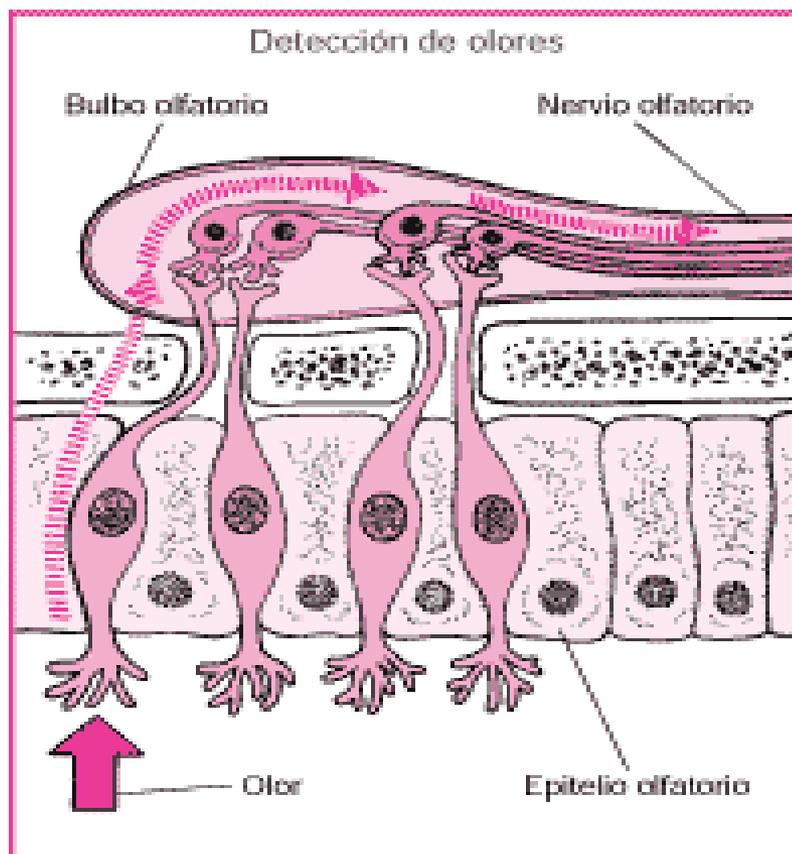
floral

menta

eter

picante

putrido



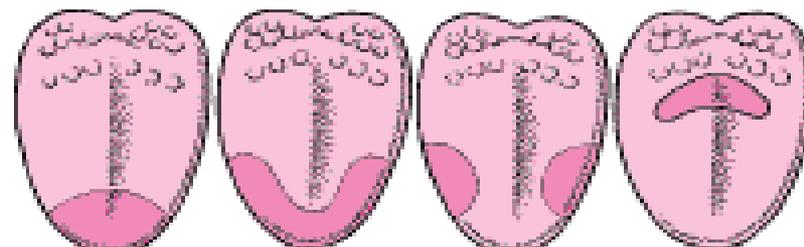
## Áreas del sabor en la lengua

Dulce

Salado

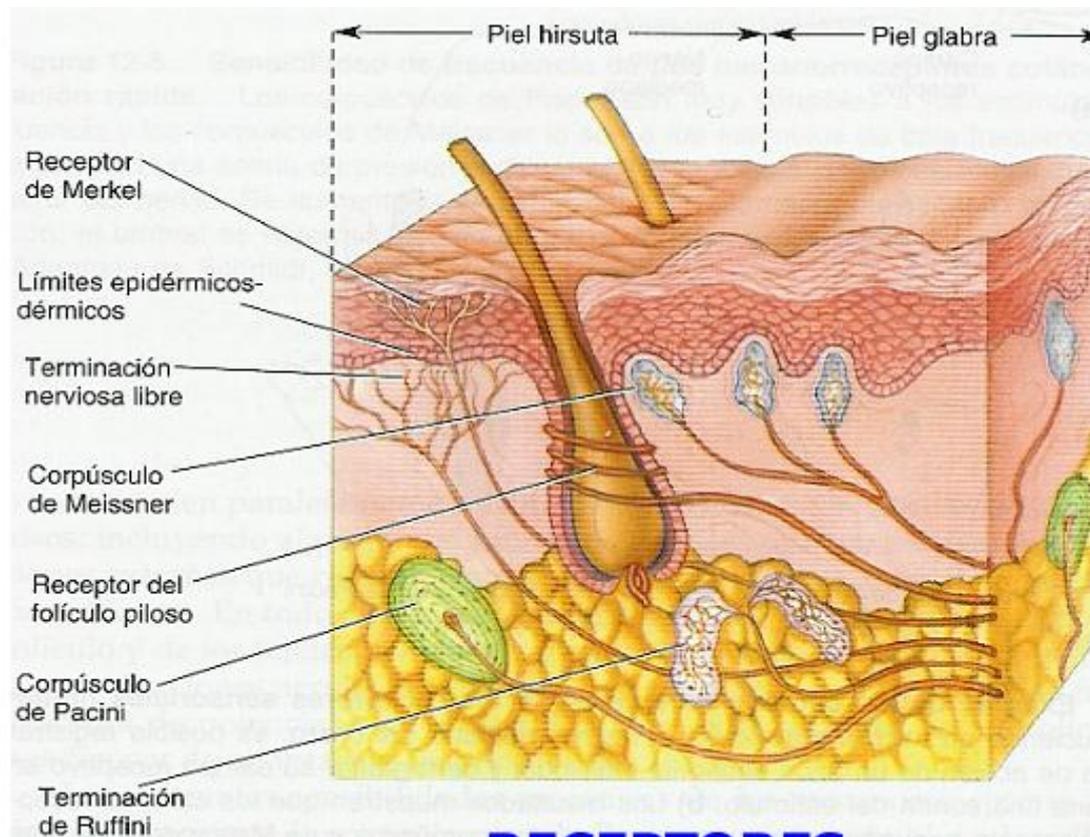
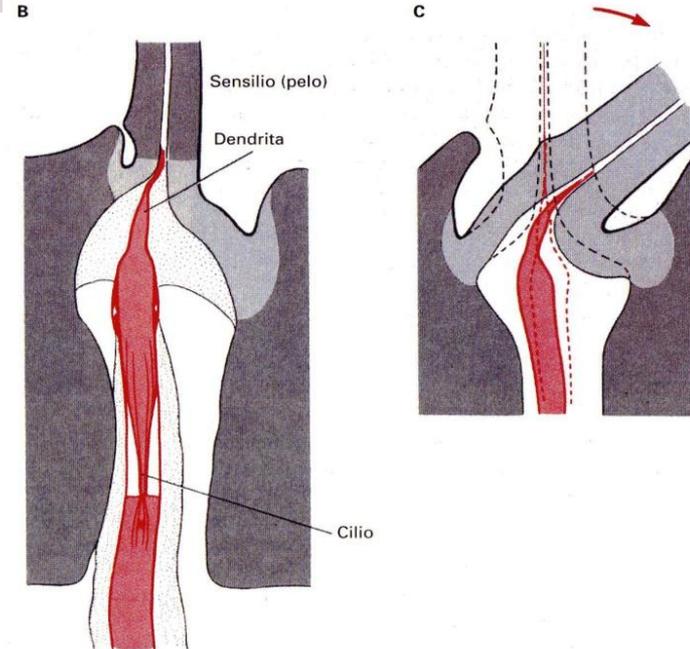
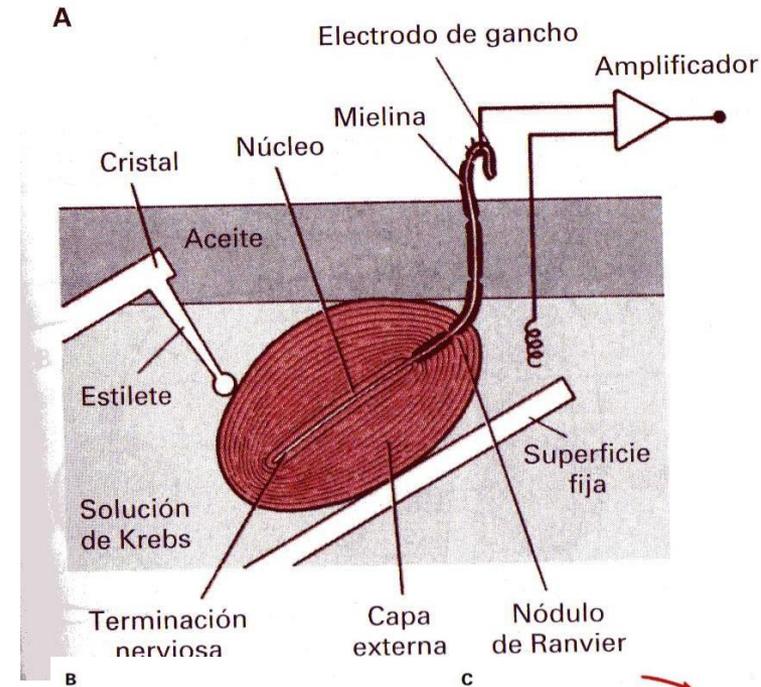
Acido

Amargo

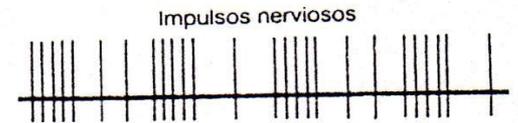
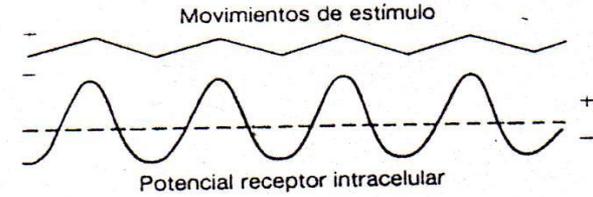
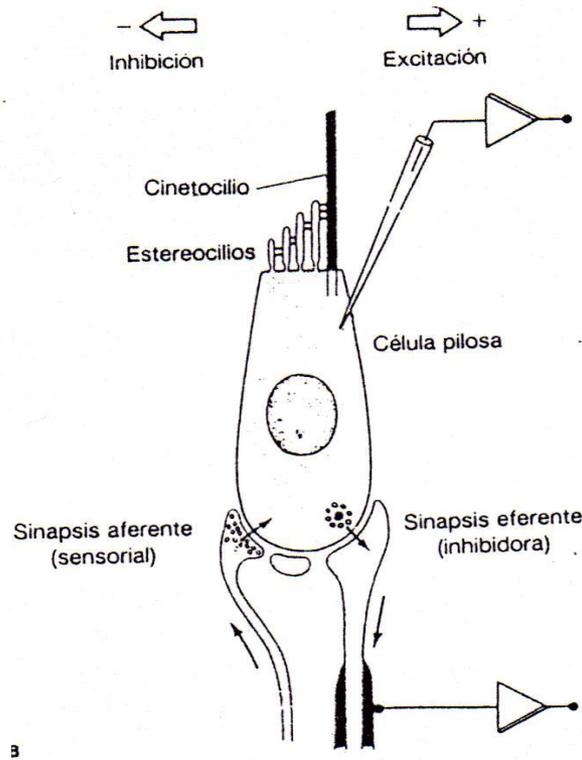
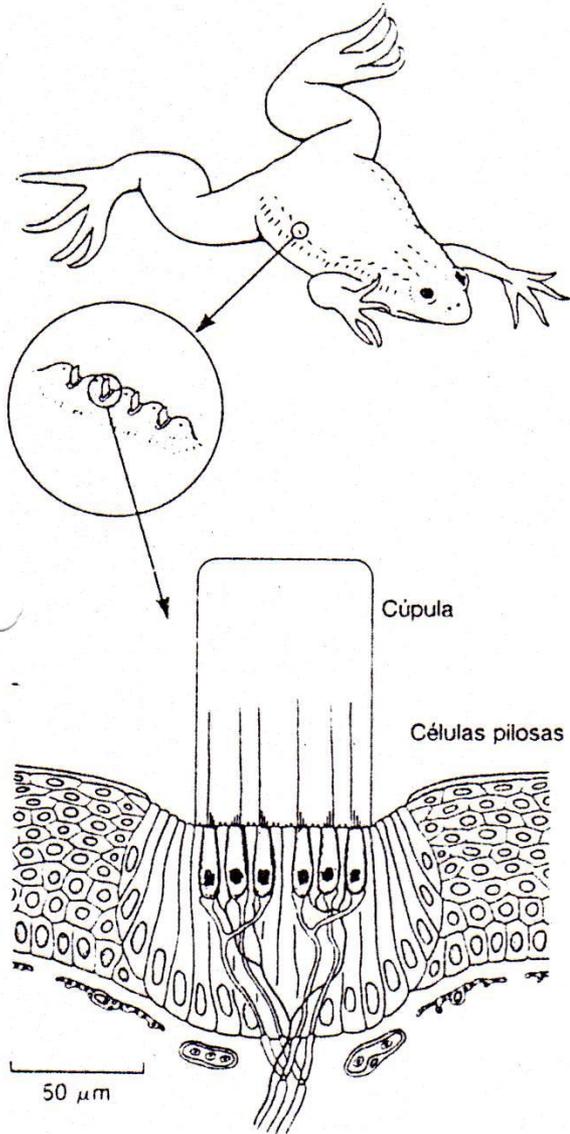


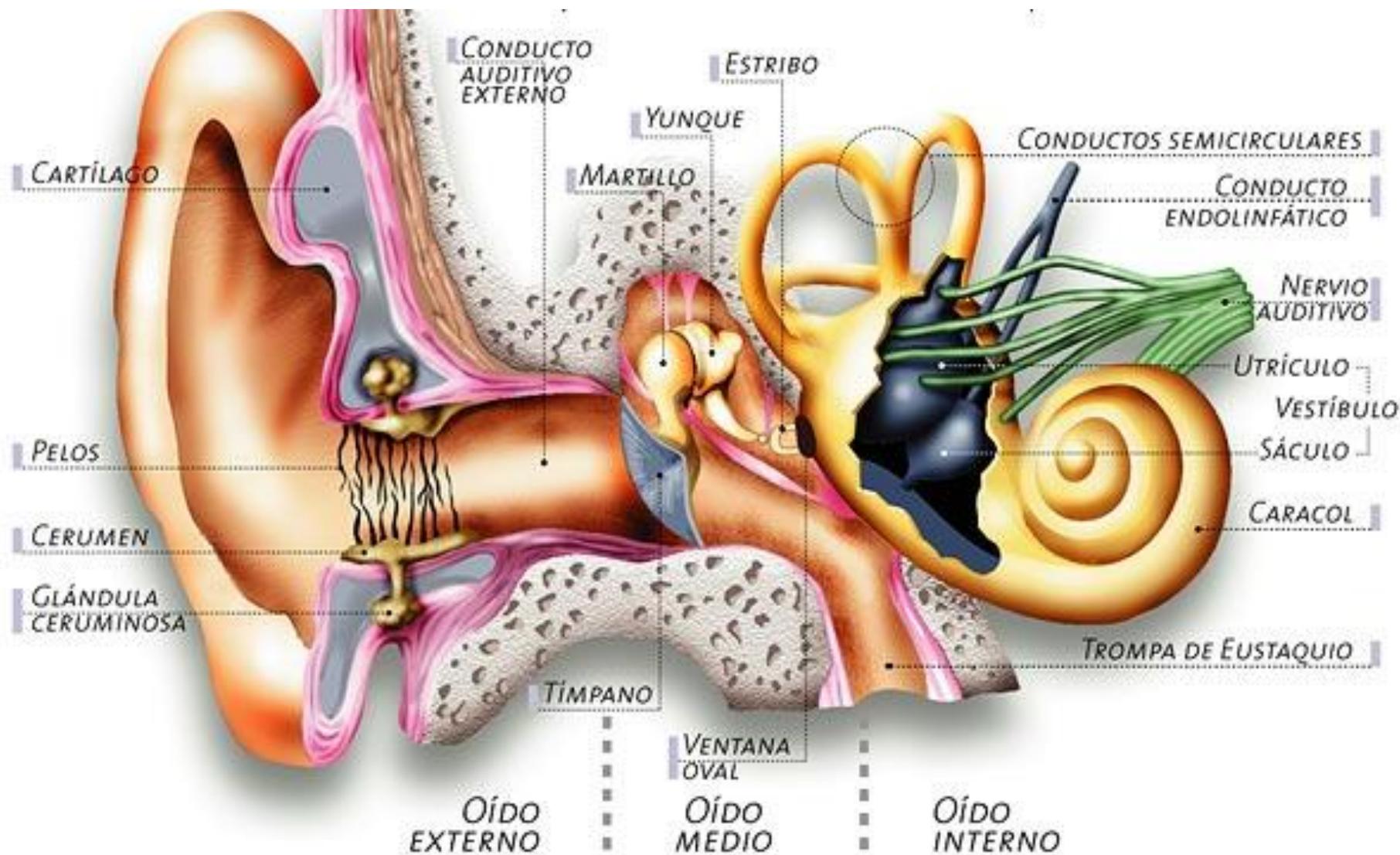
# MECANORRECEPTORES

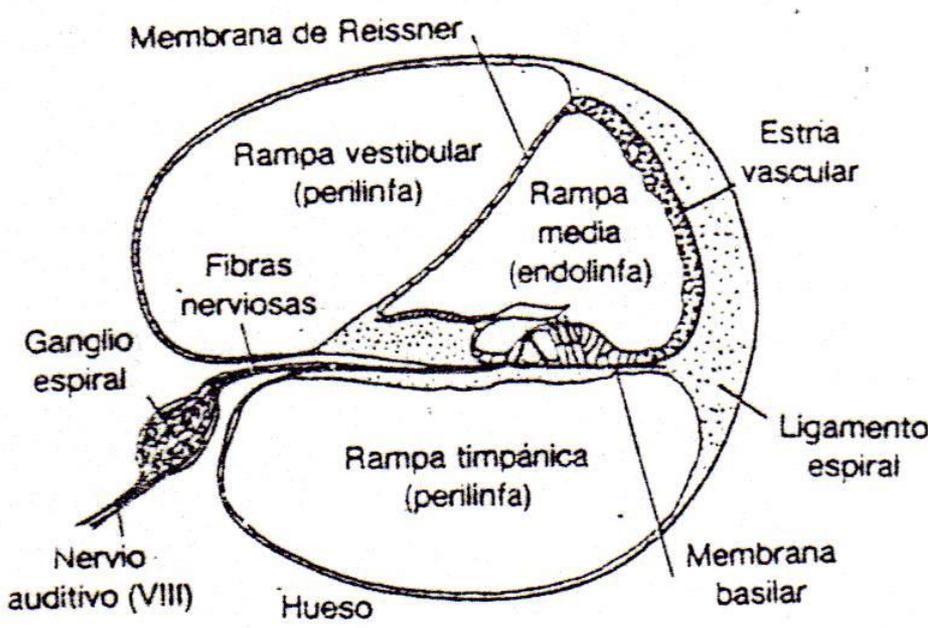
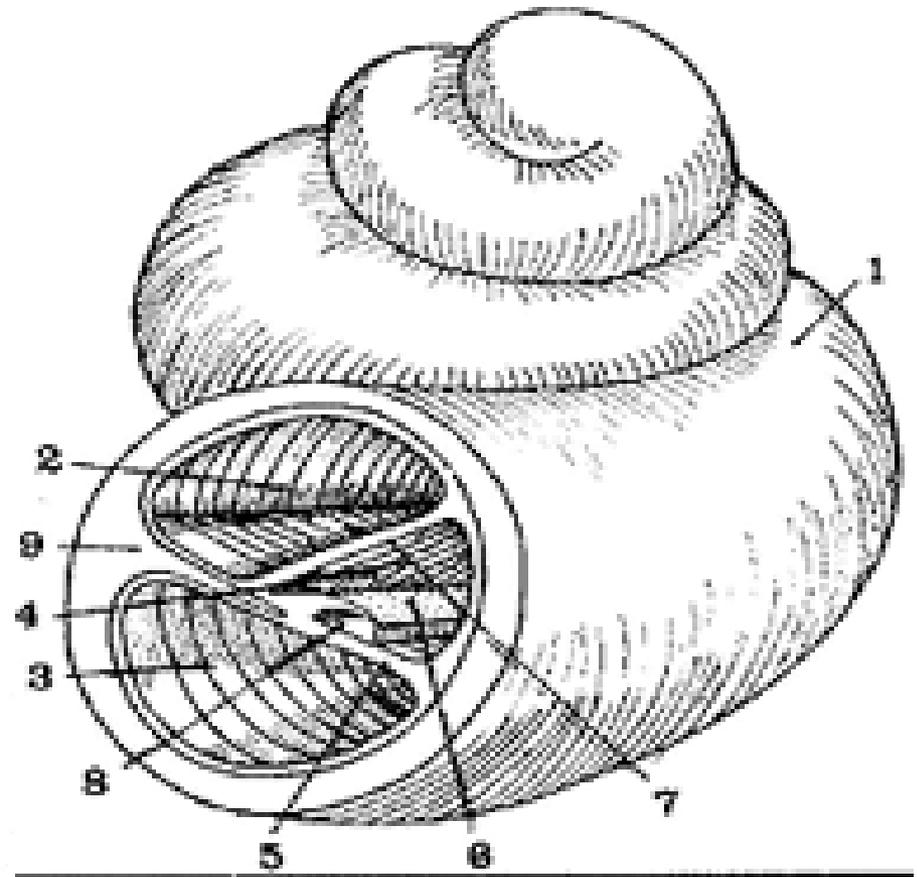
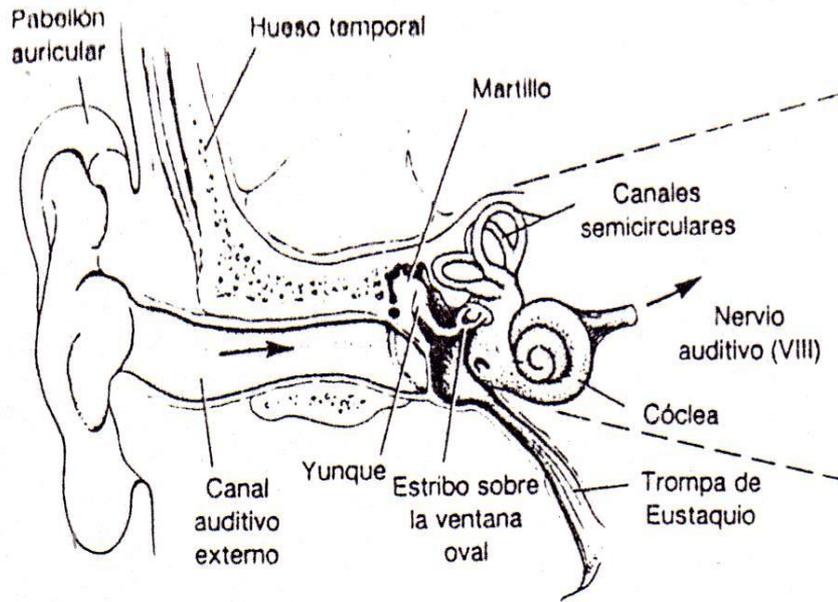
Terminaciones nerviosas indiferenciadas en la piel;  
cuerpos mas complejos, encapsulados > Paccini,  
de Meissner, de Ruffini;  
receptores de estiramiento muscular de  
vertebrados y artrópodos;  
sensilios pilosos del exoesqueleto de artrópodos.



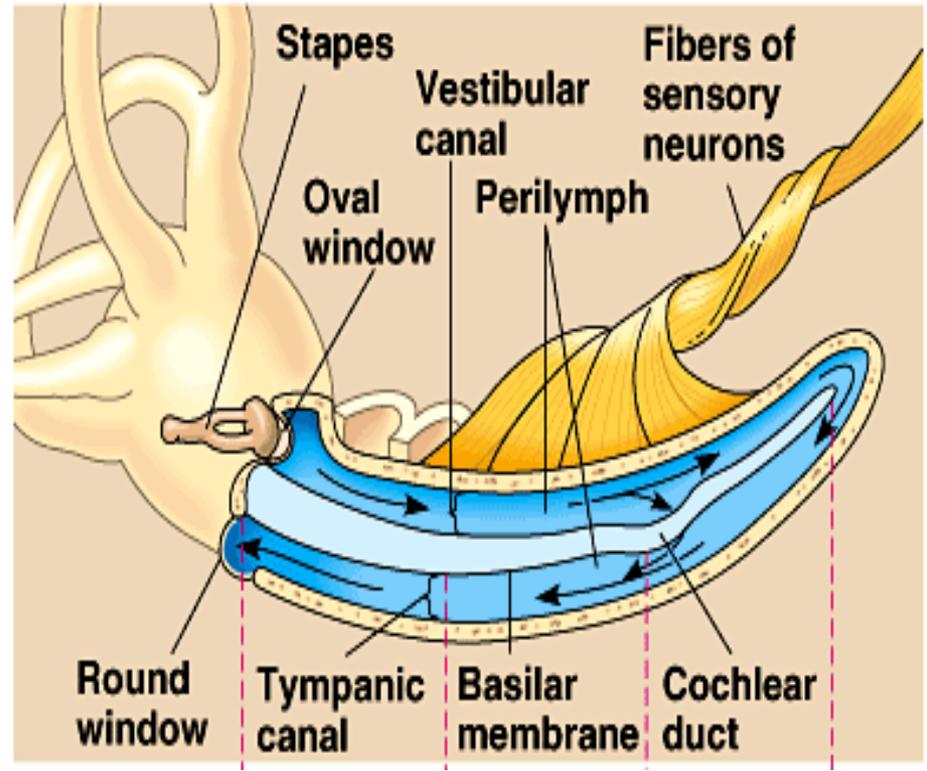
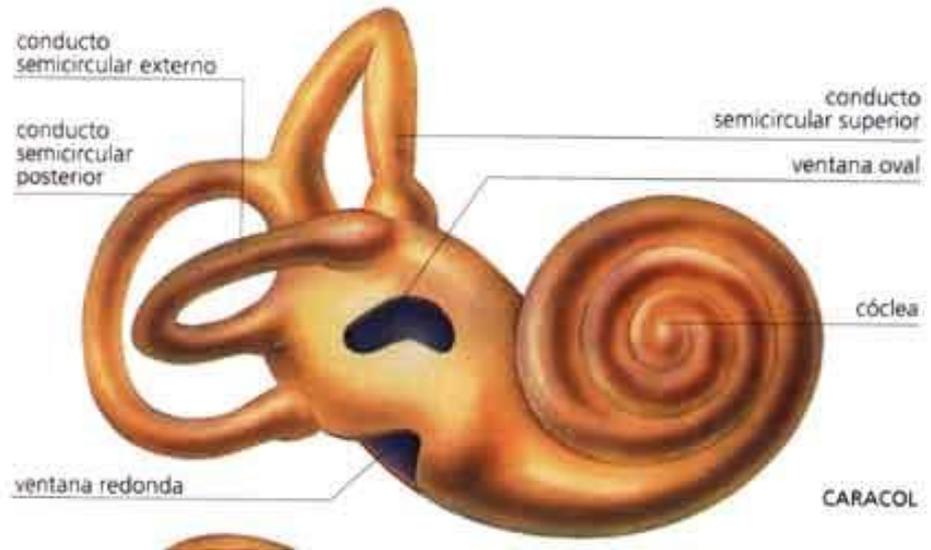
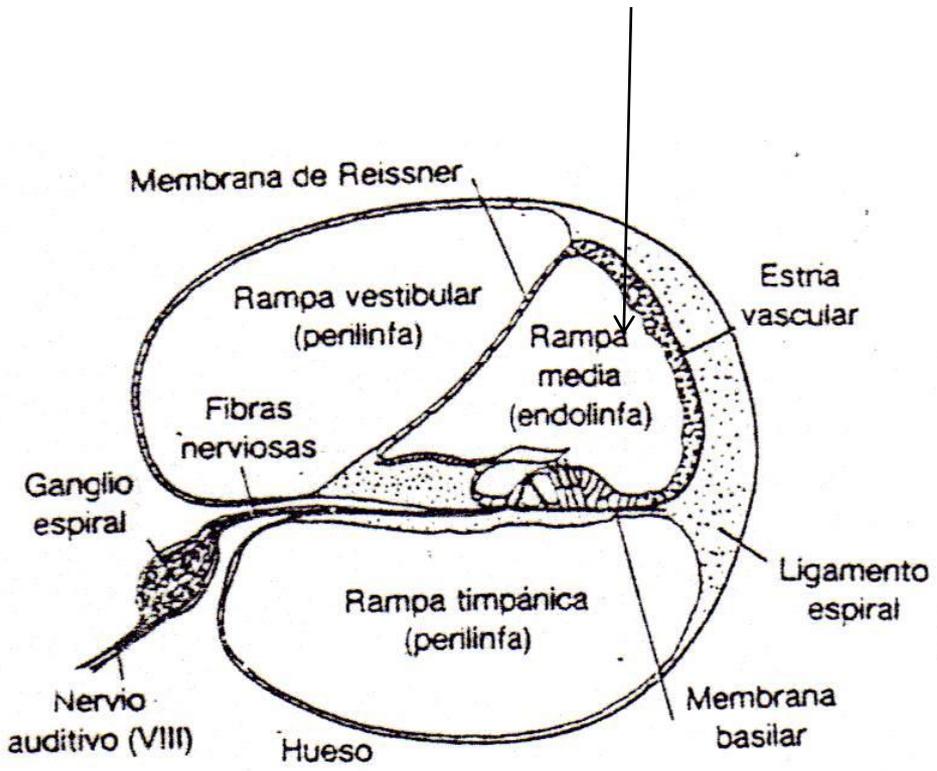
# Celula pilosa > mecanorreceptor de la linea lateral de peces y anfibios, de organos auditivos y del equilibrio de vertebrados.

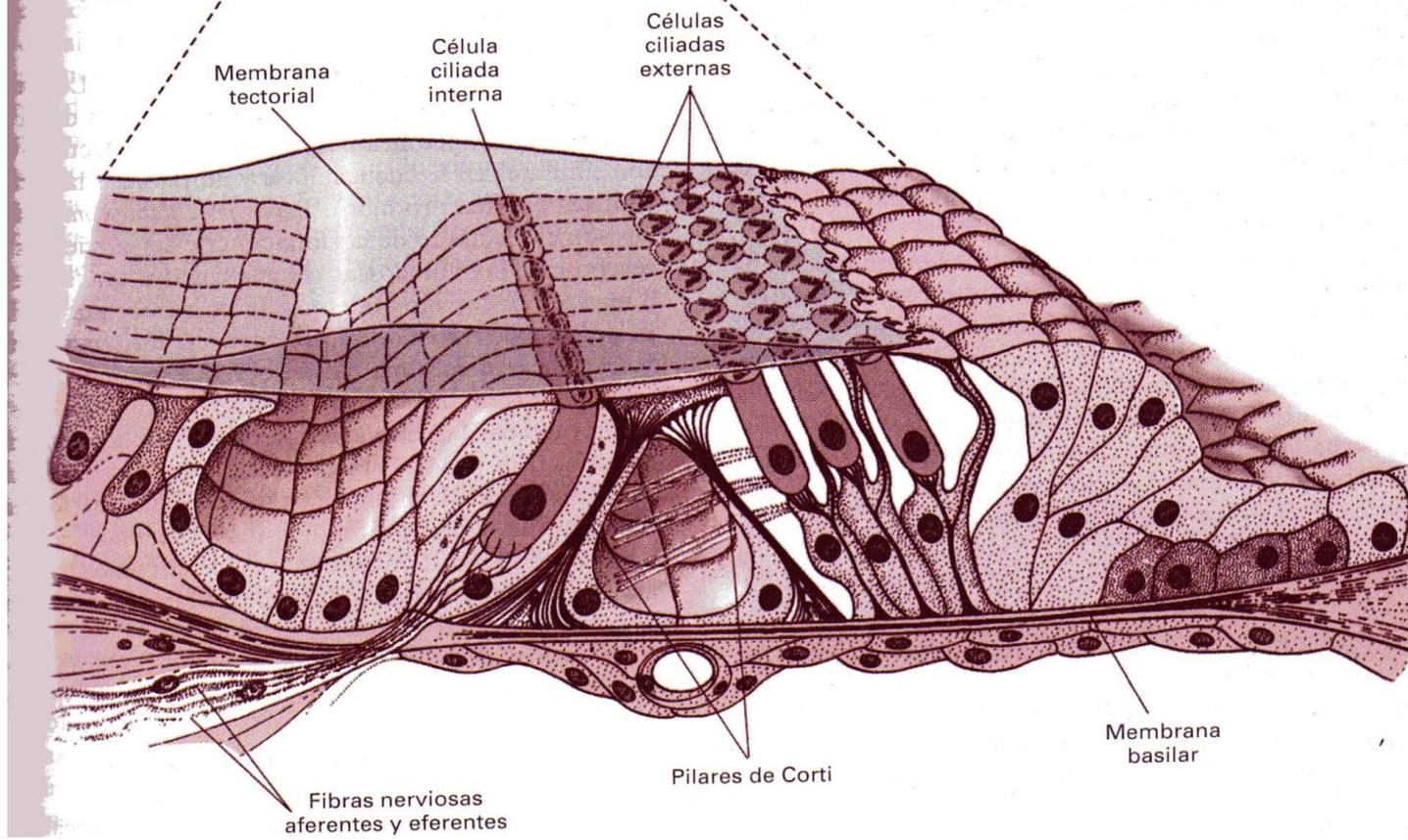
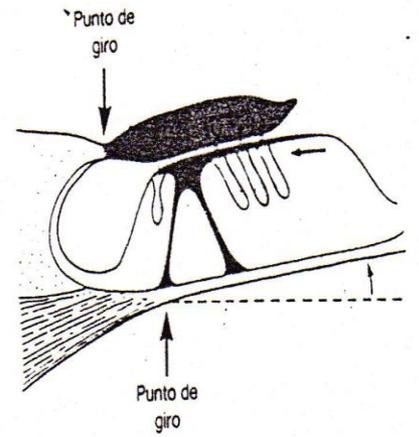
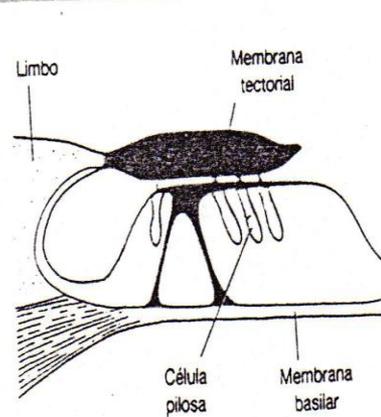
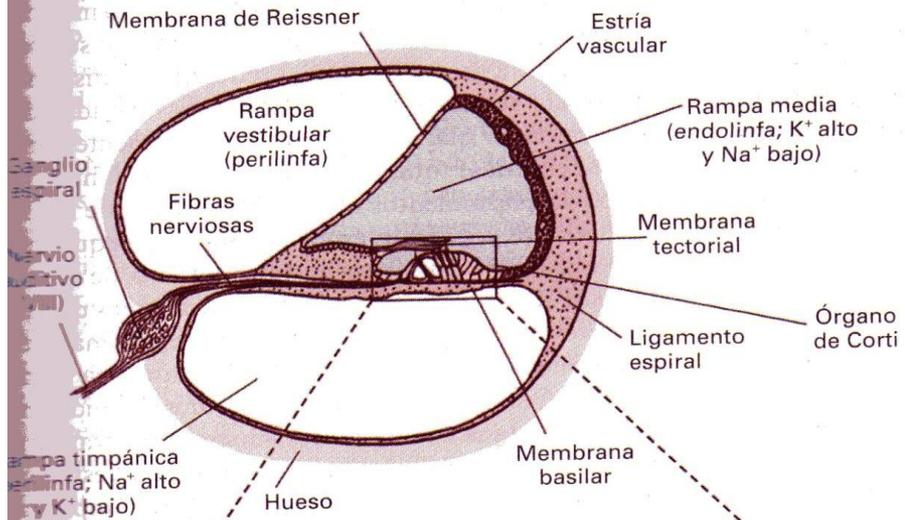


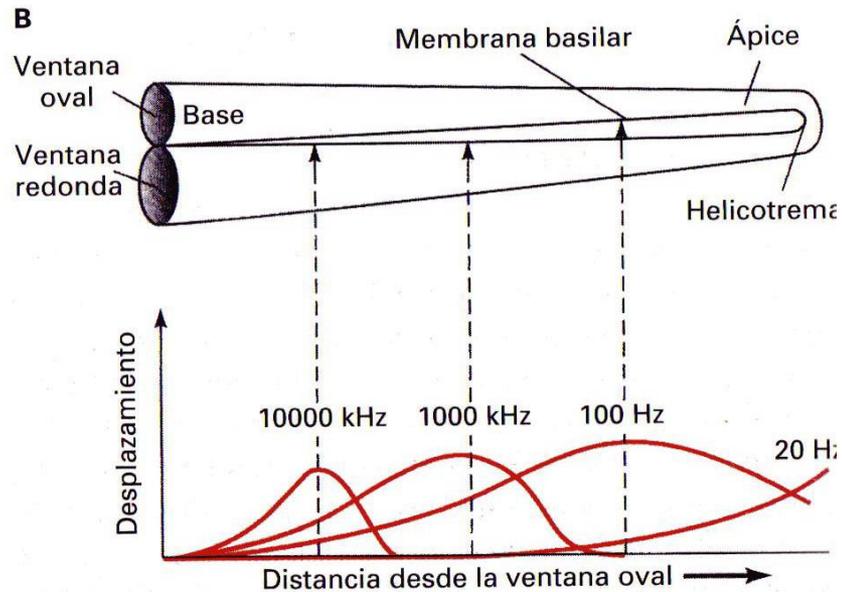
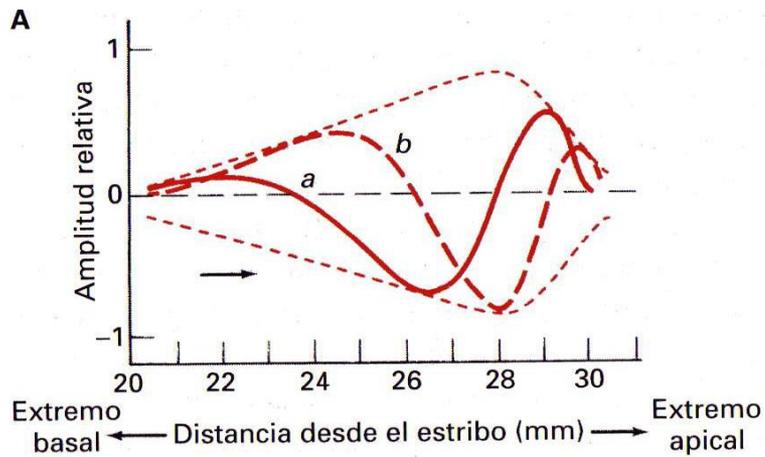




Endolinfa  $\uparrow$  K<sup>+</sup>







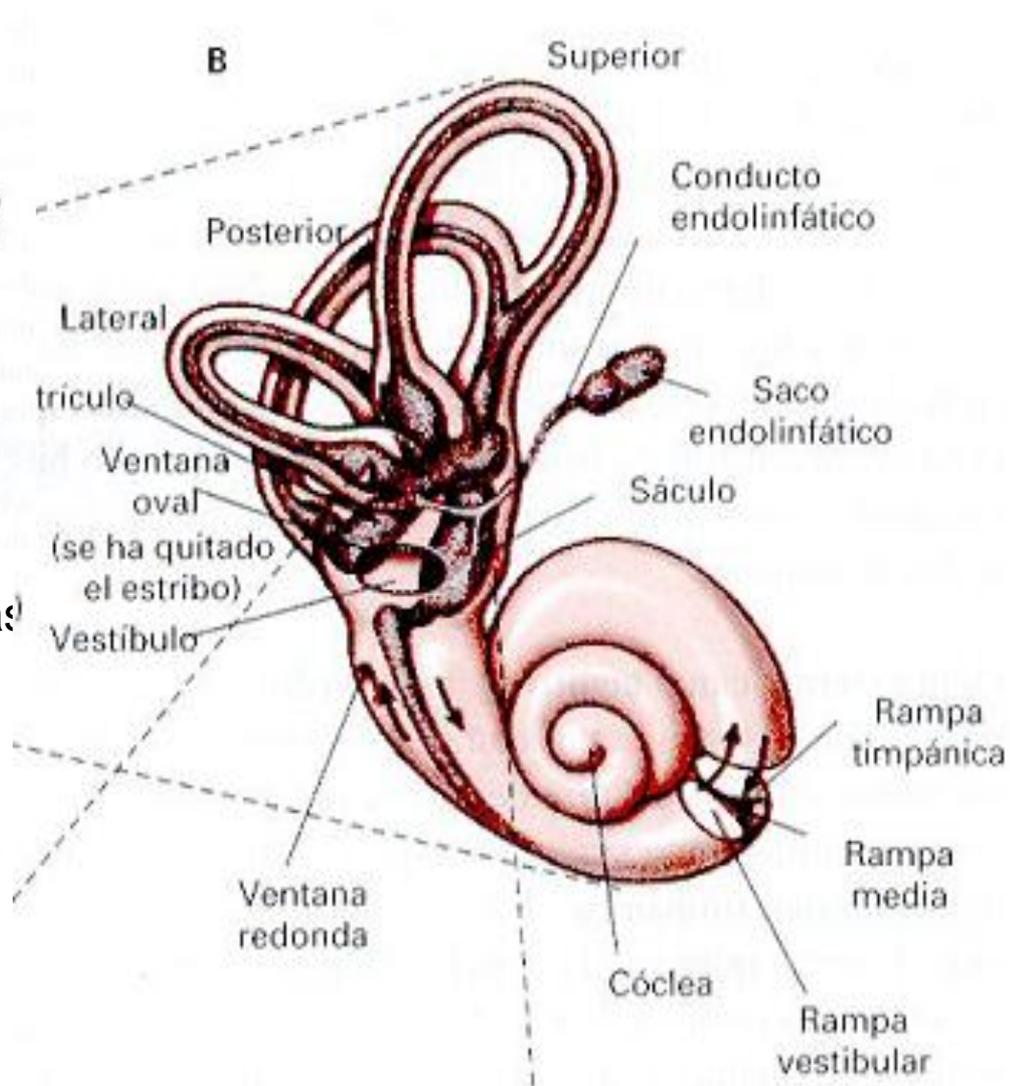
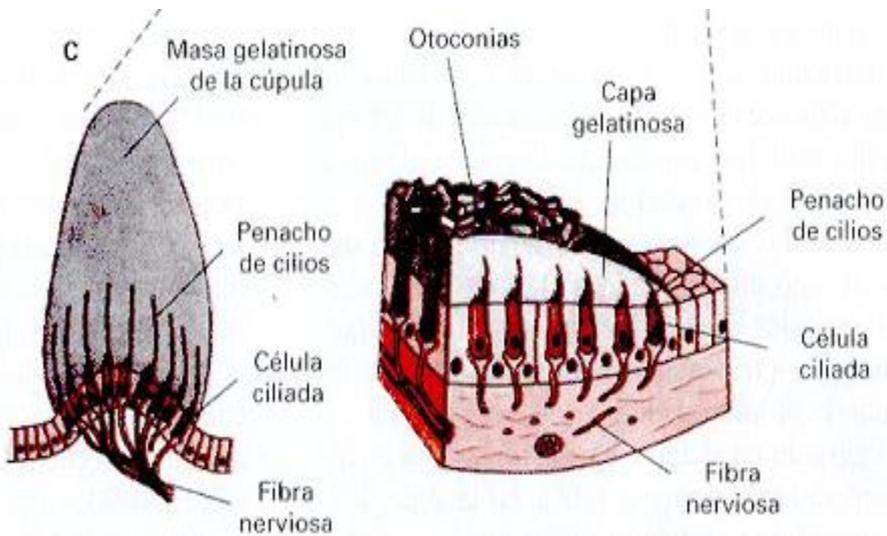
Cada punto a lo largo de la **membrana basilar** es desplazado por una frecuencia determinada.

Los sonidos de **alta frecuencia** desplazan las porciones iniciales de la membrana basilar, **cerca de la ventana oval**.

**Los cilios más cortos son los sintonizados con los sonidos de alta frecuencia.**

Los sonidos de **baja frecuencia** desplazan la membrana basilar en las porciones más distantes, **lejos de la ventana oval**.

**Las células con cilios más largos son más sensibles a sonidos de baja frecuencia.**

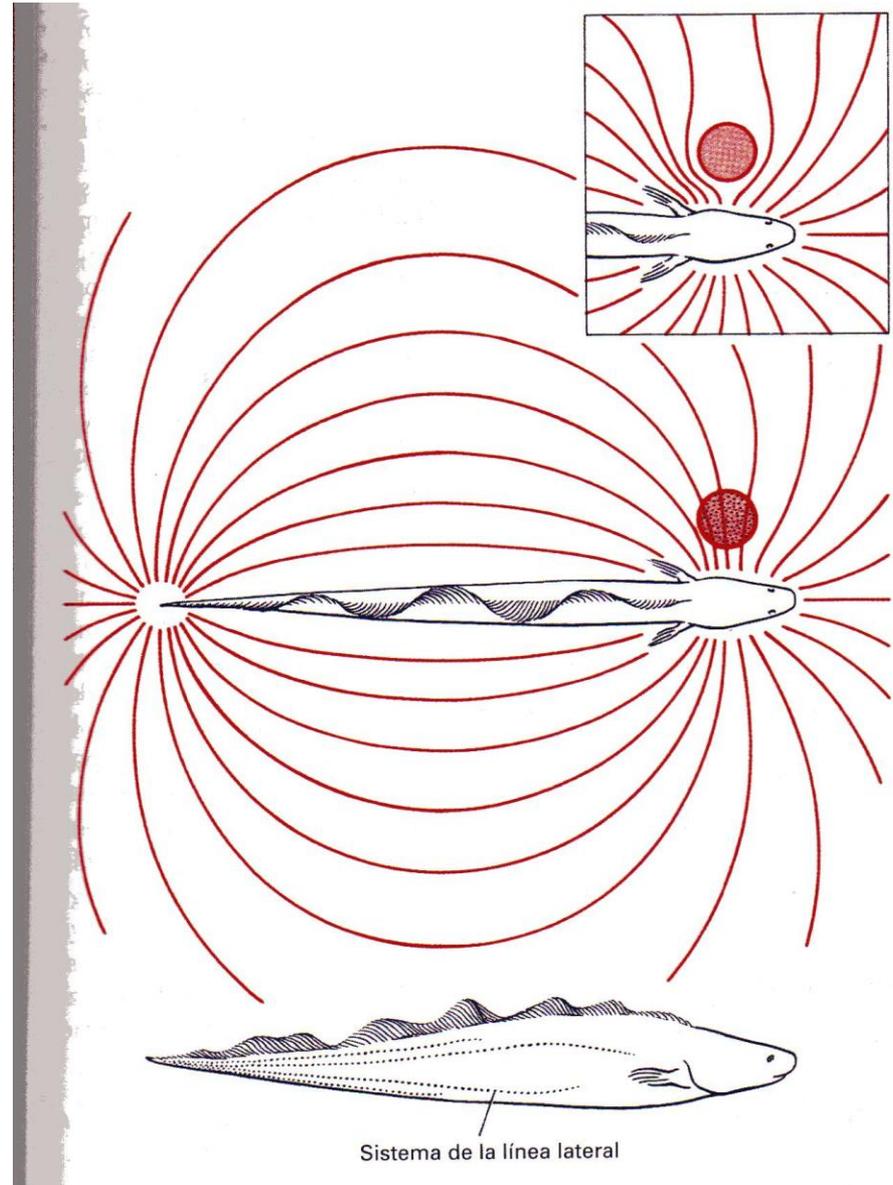
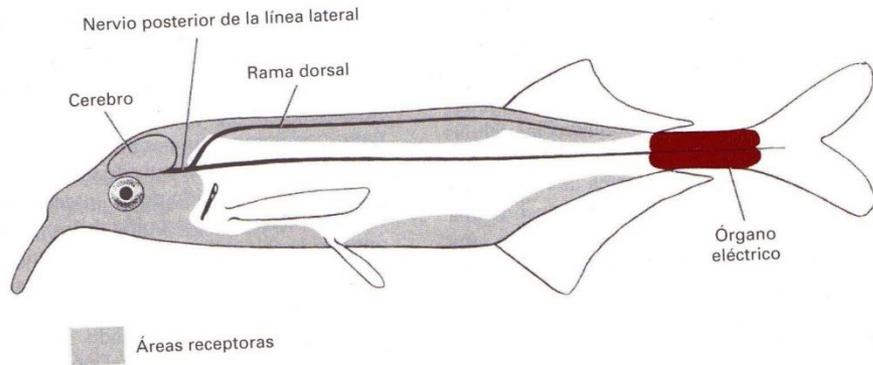


El **sáculo** y el **utrículo** son las estructuras del oído responsables del equilibrio o balance del cuerpo (equilibrio estático).

Son pequeñas bolsas huecas, revestidas de células ciliadas sensitivas, que contienen pequeños depósitos fragmentados de carbonato llamado **otolitos**. Estos órganos están llenos de endolinfa.

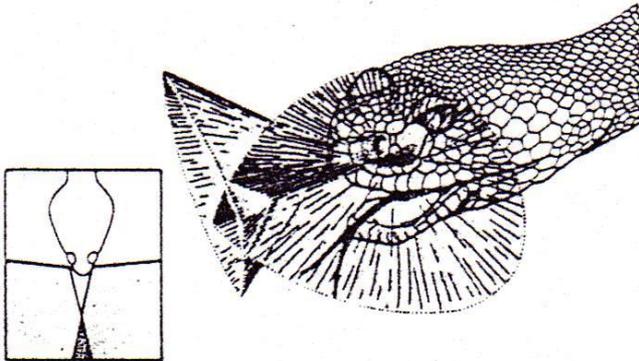
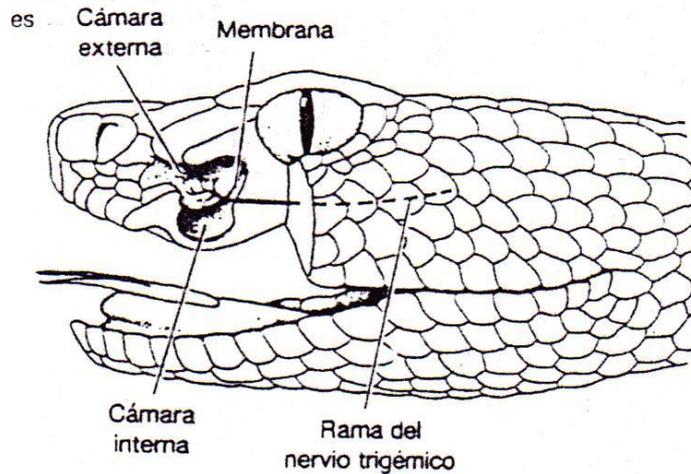
Los **tres conductos semicirculares** son los responsables del equilibrio dinámico. Contiene tres grupos de células ciliadas: **máculas**, que señalan la posición relativa a la dirección de la gravedad.

# ELECTORRECEPTORES



- \*Son células pilosas modificadas.
- \*Se distribuyen a los lados del pez, en la línea lateral.
- \*Tejido nervioso o muscular del extremo posterior del pez emite una señal eléctrica débil.
- \*Detectan la actividad muscular de organismos cercanos, se despolarizan y activan canales de  $Ca^{+2}$
- \*Cualquier distorsión en la línea de flujo de corriente es captada por el animal

# TERMORRECEPTORES



Terminales nerviosos especializados en detectar los cambios de temperatura en la piel, los órganos y el centro nervioso de control termico > **Hipotálamo.**

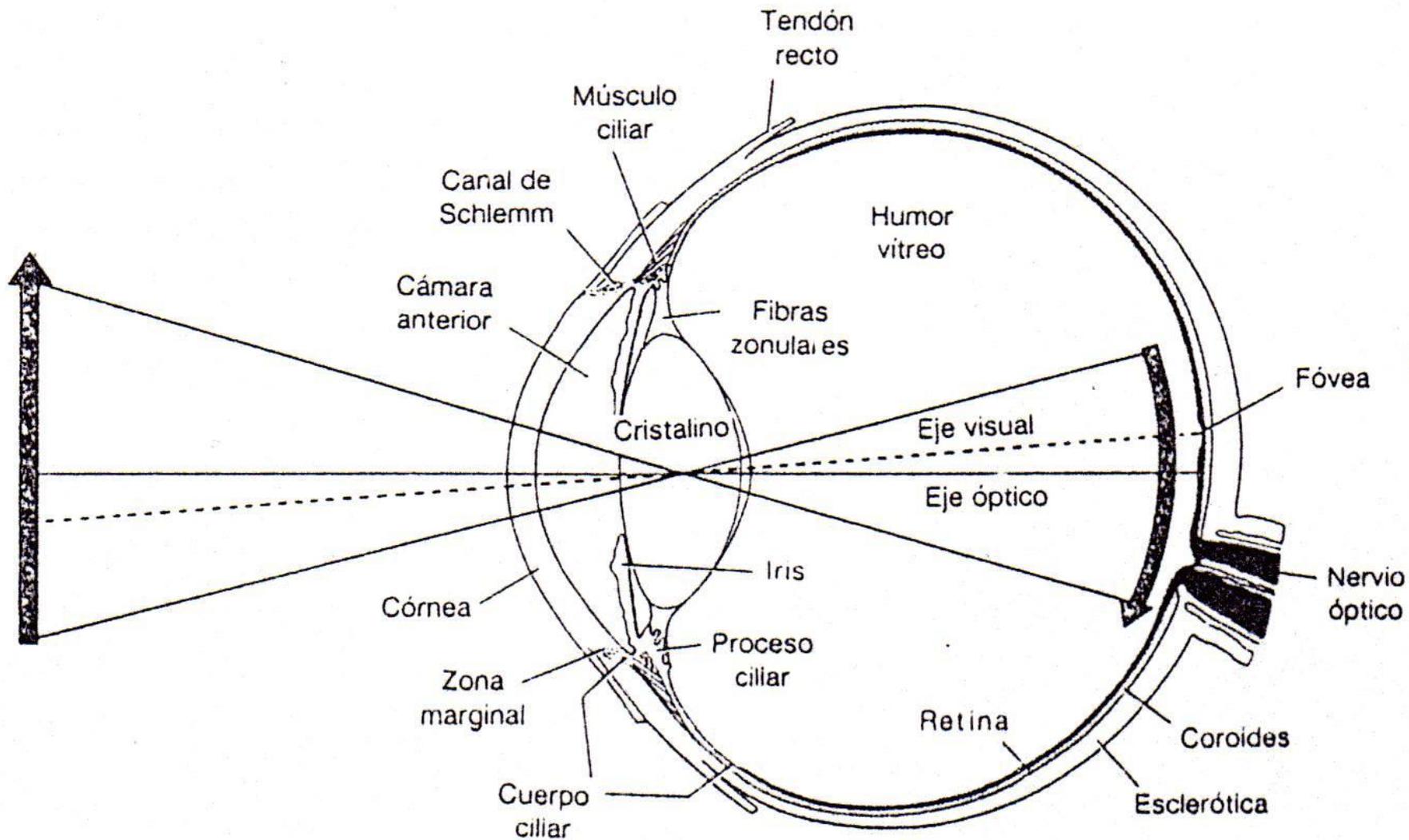
Termorreceptores de FRIO y de CALOR

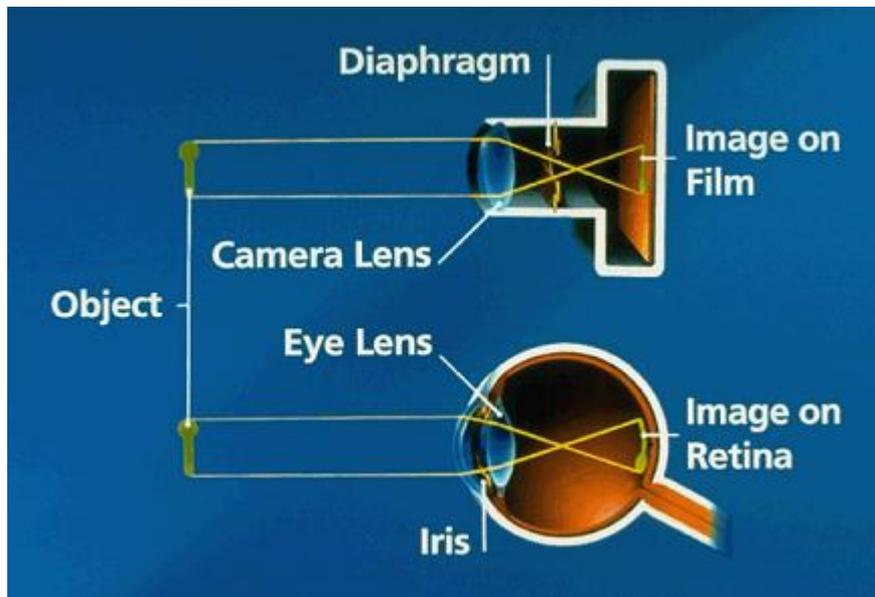
En la fosea facial de serpientes  
Cascabel

>> Termorreceptores muy sensibles  
detectan aumentos de  $0,002\text{ }^{\circ}\text{C}$

Responden a la presencia de un raton a  
40 cm si su  $T^{\circ}$  esta  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  por encima  
del ambiente.

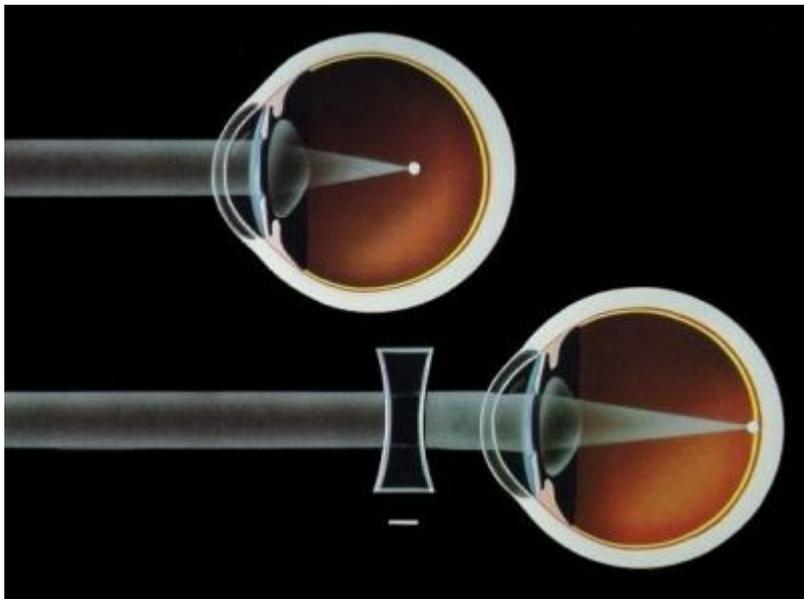
# FOTORRECEPTORES

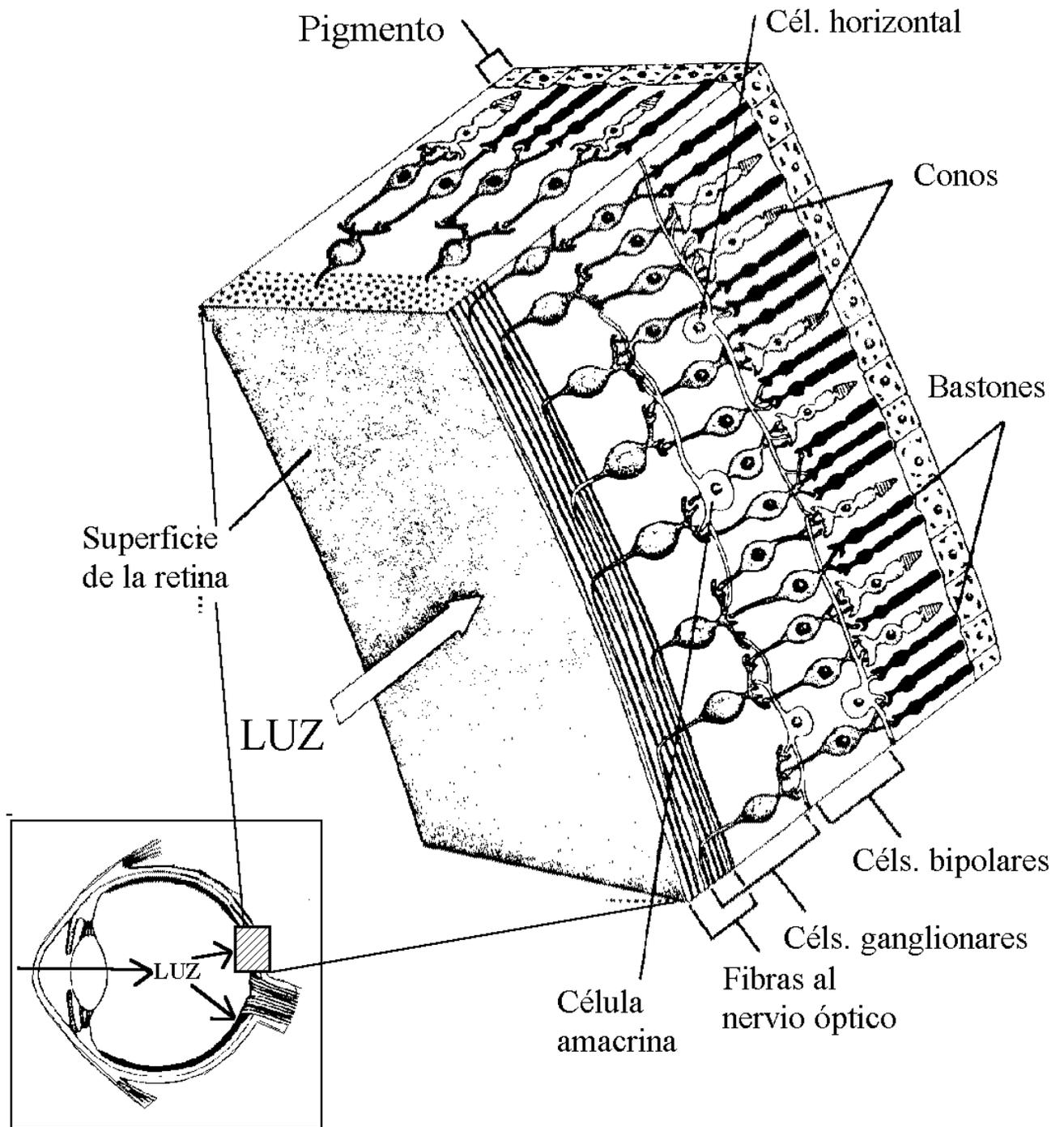
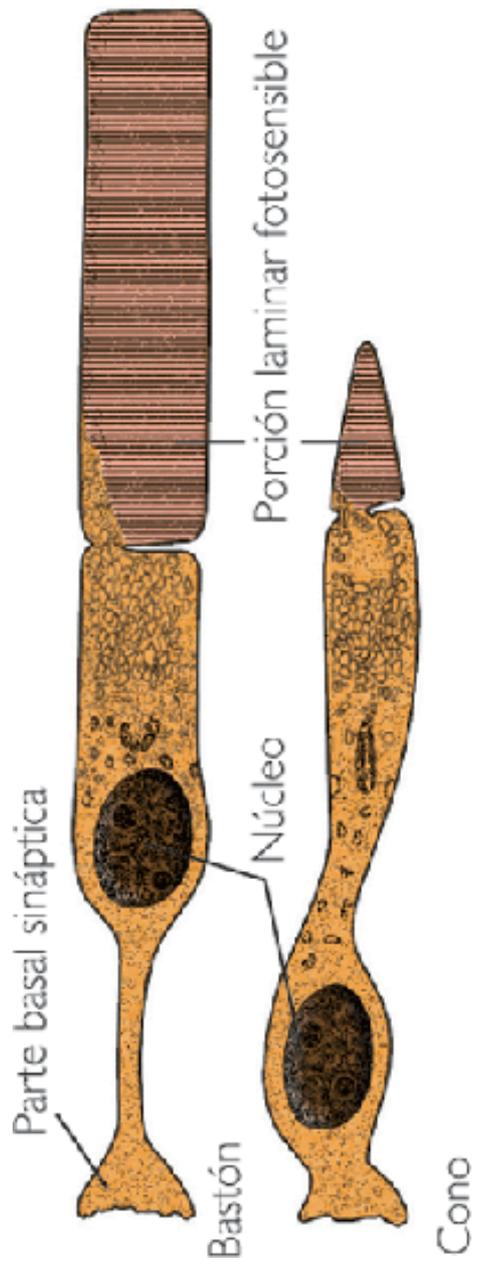




MIOPIA

HIPERMETROPIA







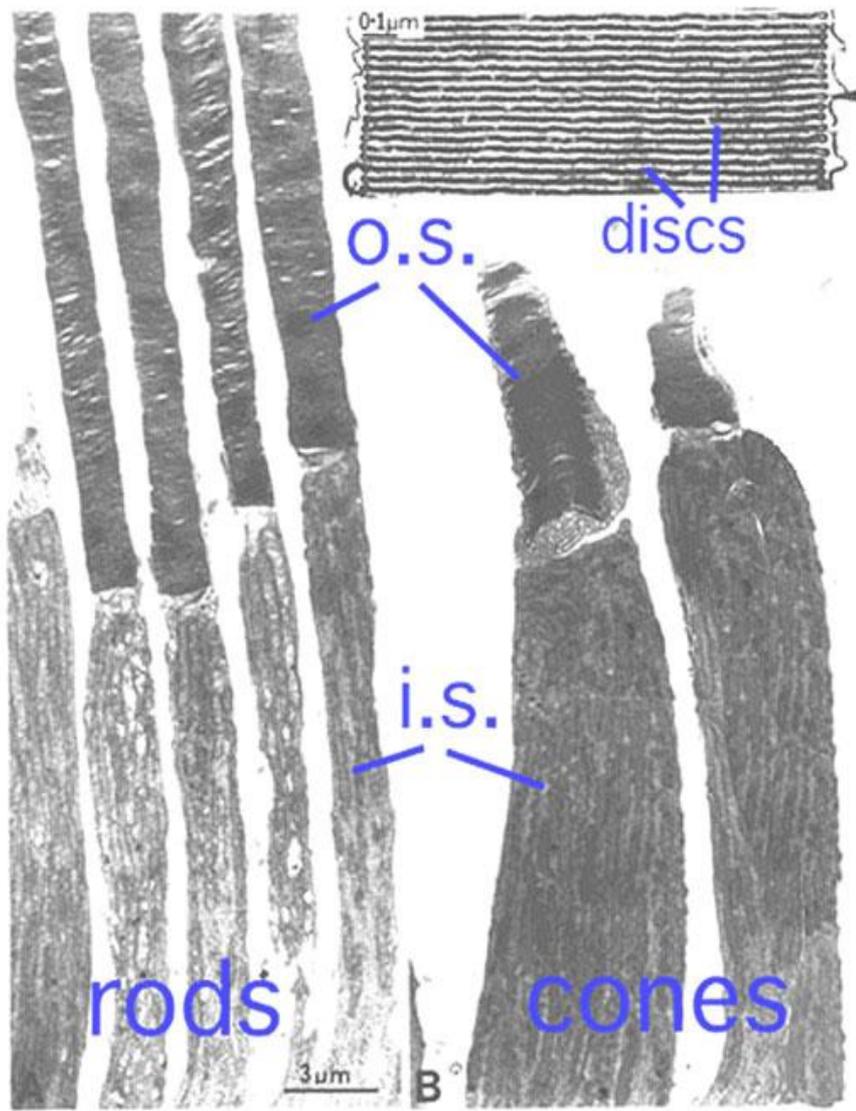


Fig 2. Low magnification EM image of monkey rods and cones with an enlargement of the outer segment discs.

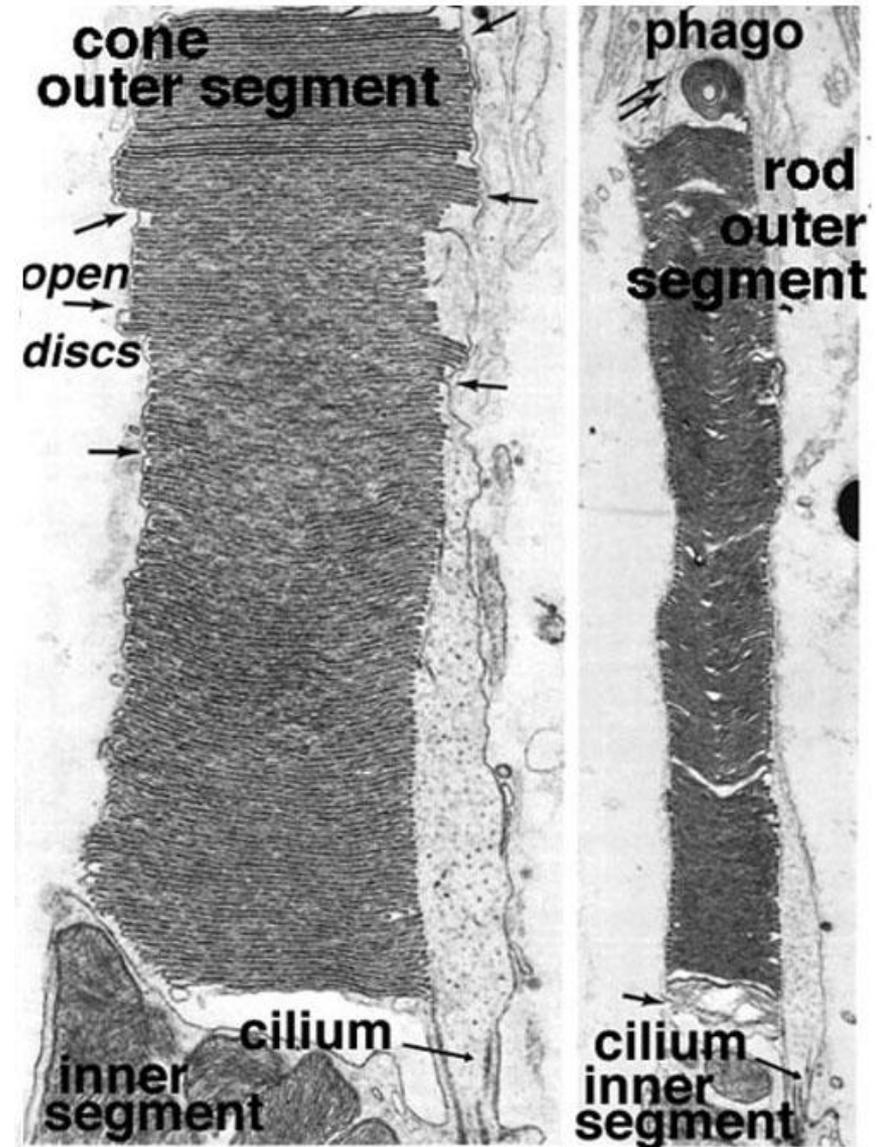


Fig. 3. High magnification EM images of cone and rod outer segments in the ground squirrel retina (from Anderson and Fisher, 1976).



outer segment

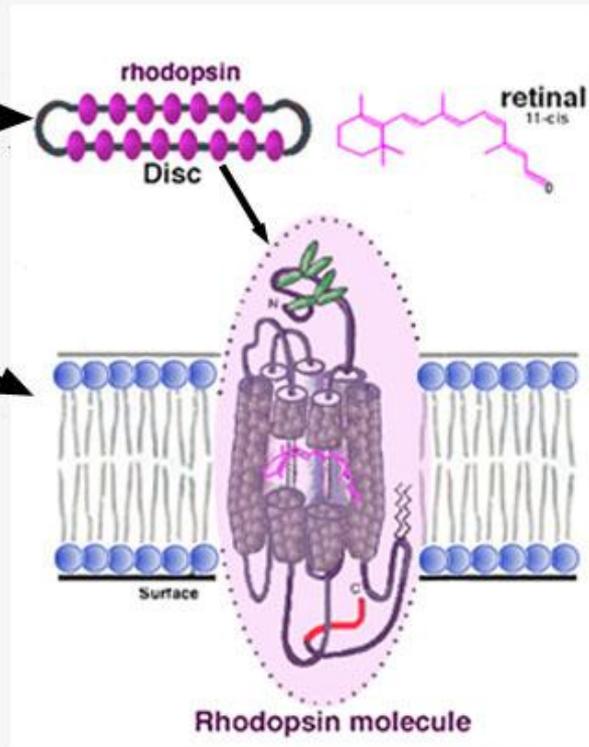
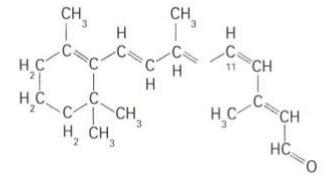
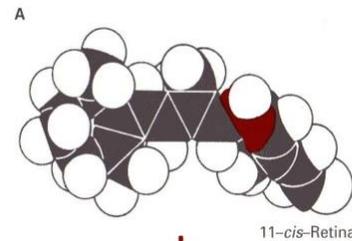
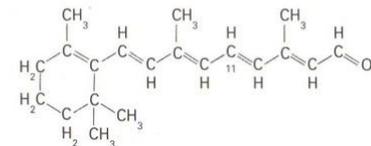
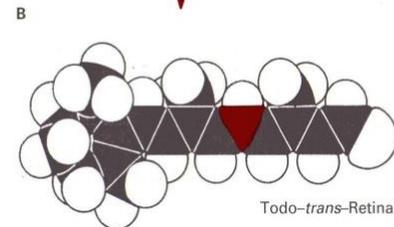


Fig 8. Schematic diagram of Rhodopsin in the outer segment discs.



Luz  
↓





# RODOPSINA

Isomeriza el cromoforo

## LUMIRRODOPSINA

Cambio estructural Opsina

## METARRODOPSINA

Hidroliza > retinol + opsina

## PROTEINA G > TRANSDUCINA



## FOSFODIESTERASA



GMPc (hidroliza) >> GMP >> CIERRE CANALES Na<sup>+</sup>

Las terminaciones sinápticas de los fotorreceptores

**Conos - Bastones**



conectan con las células > **Bipolares**  
de tipo Potencial graduado

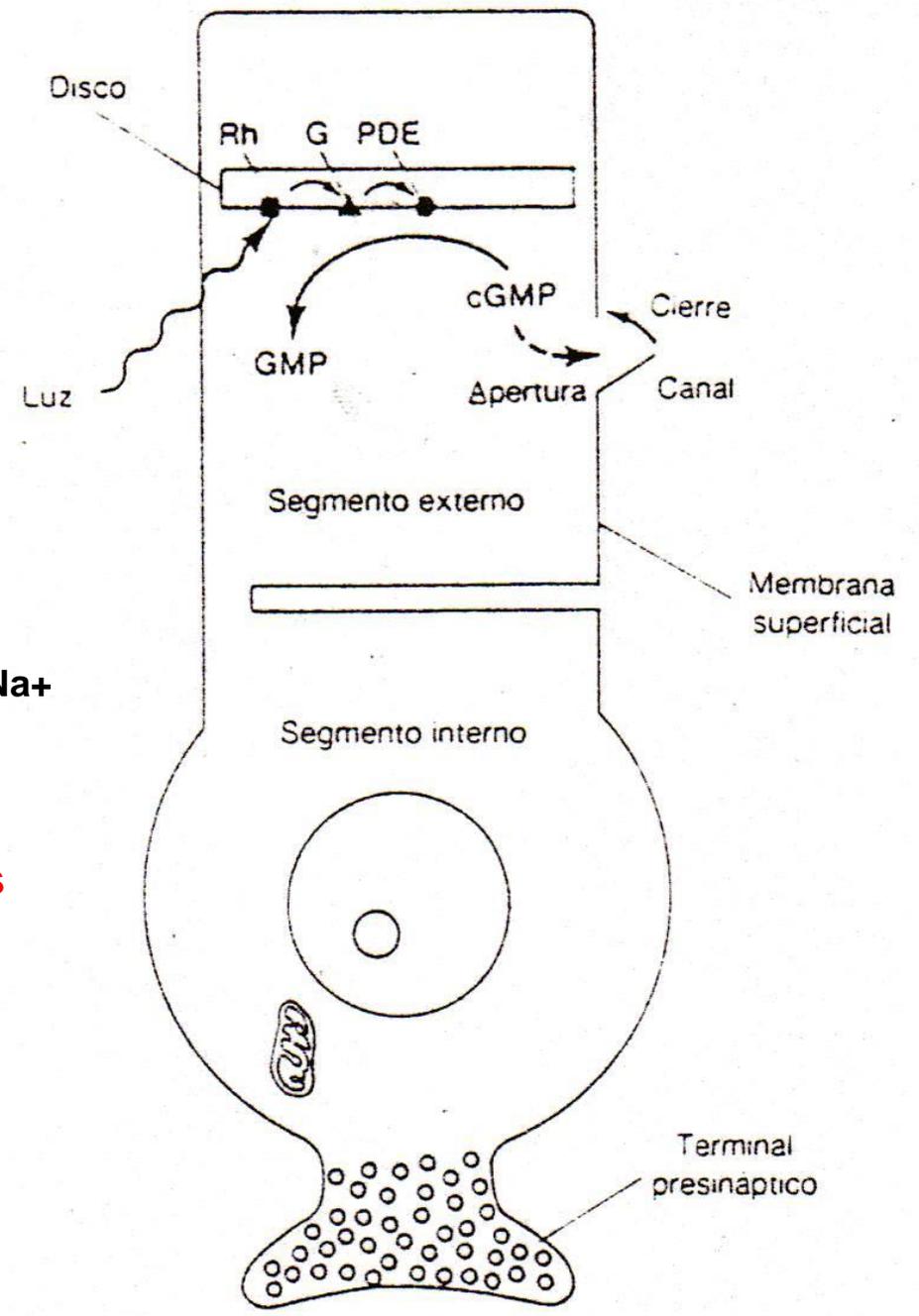


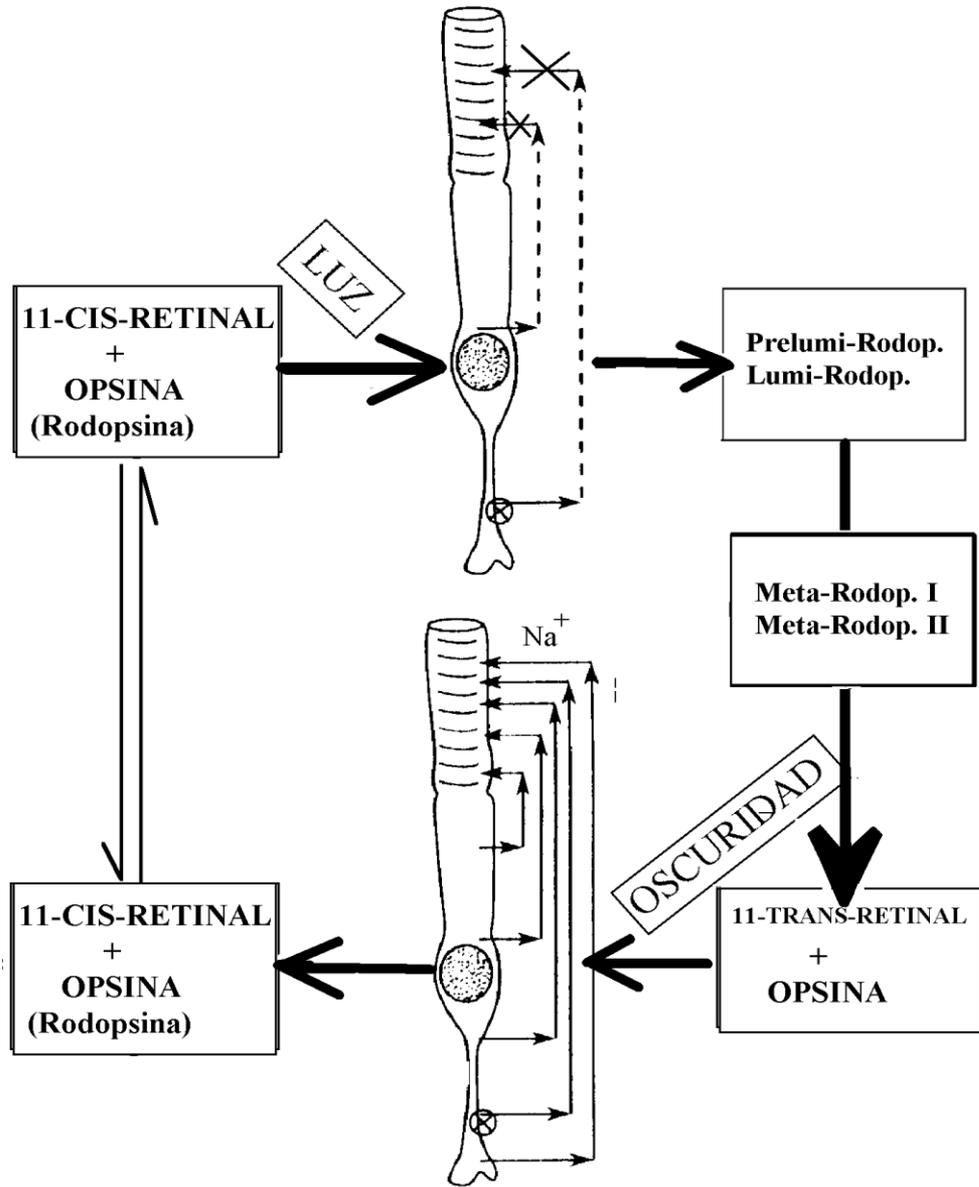
> **Amacrinas**



> **Ganglionares**

que transmiten las señales produciendo  
Potencial de Acción





En **oscuridad** el segmento interno bombea Na<sup>+</sup> hacia afuera de la célula y el segmento externo es permeable al Na<sup>+</sup>  
 >> **V<sub>m</sub> = -40 mV**

En presencia de **luz** la **rodopsina** > **trans-retinal**, con escisión de la parte proteica (opsina), >> pérdida de color de la molécula (blanqueamiento).

Disminuye la conductancia al Na<sup>+</sup> en el segmento externo del bastón.  
 Se bombean iones de Na<sup>+</sup> por el segmento interno; lo que produce aumento de la negatividad intracelular >>

**hiperpolarización >> -80 mV**

La rodopsina se sintetiza en ausencia relativa de luz y esto implica la actuación de una enzima con aporte de energía metabólica para la reducción de todo el **trans-retinal** a **cis-retinal**.

Después, este cis-retinal se recombina con la **opsina** para formar de nuevo **rodopsina**

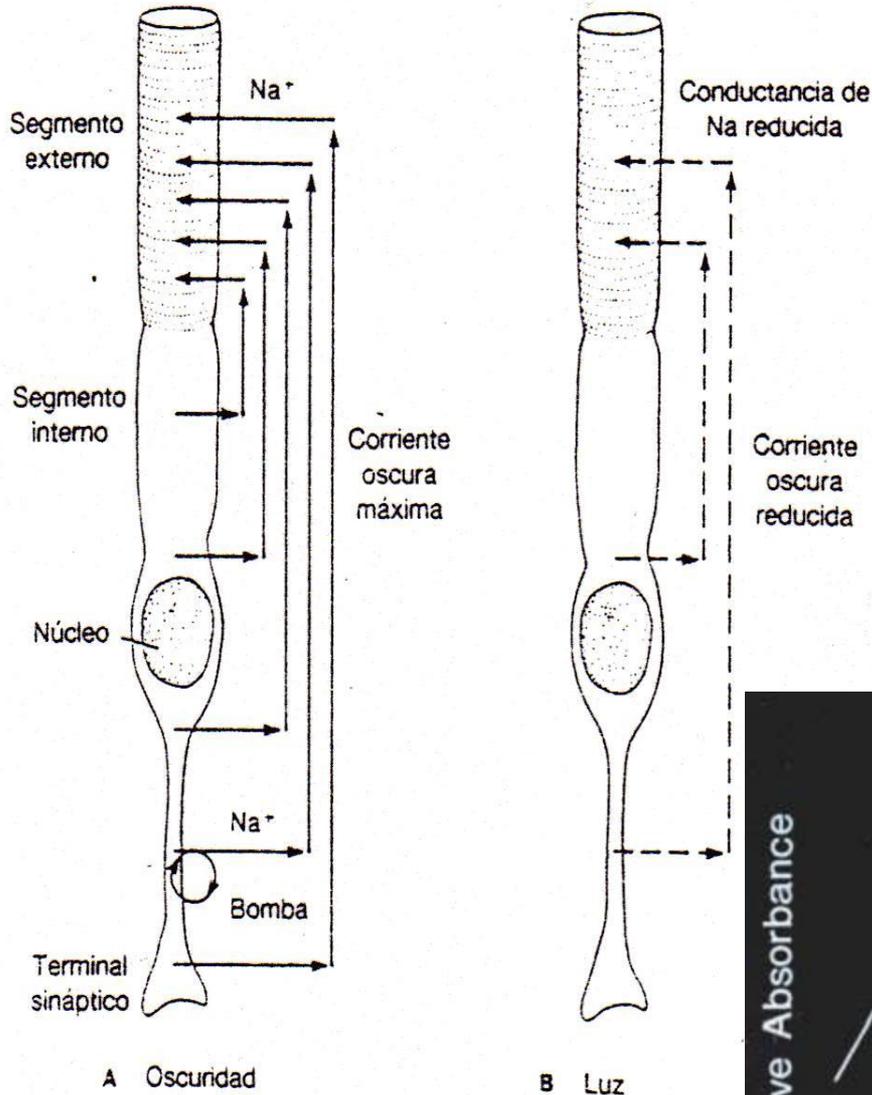
Son las células bipolares y ganglionares las que producen un Potencial de Acción, que sale por el nervio Optico hacia la corteza cerebral.

## VISION DE COLOR

Asociada a los pigmentos visuales de los conos:

**AZUL – VERDE – ROJO**

Es la OPSINA la responsable de la absorción de las distintas longitudes de onda.



**AZUL** (cromosoma autosómico)  
**VERDE Y ROJO** (cromosomas sexuales)

