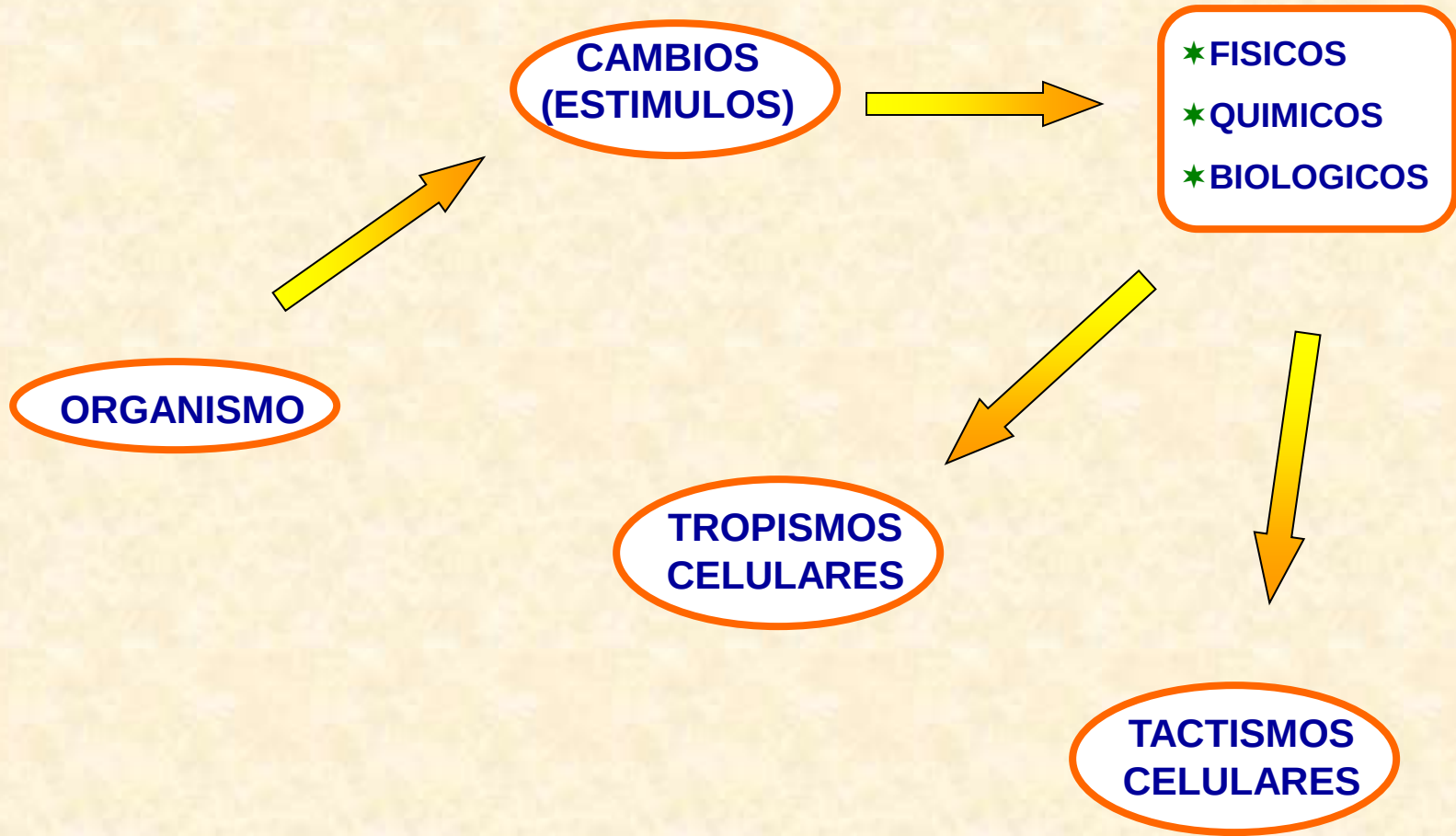


Sistema Nervioso

Organización. Evolución. Funciones

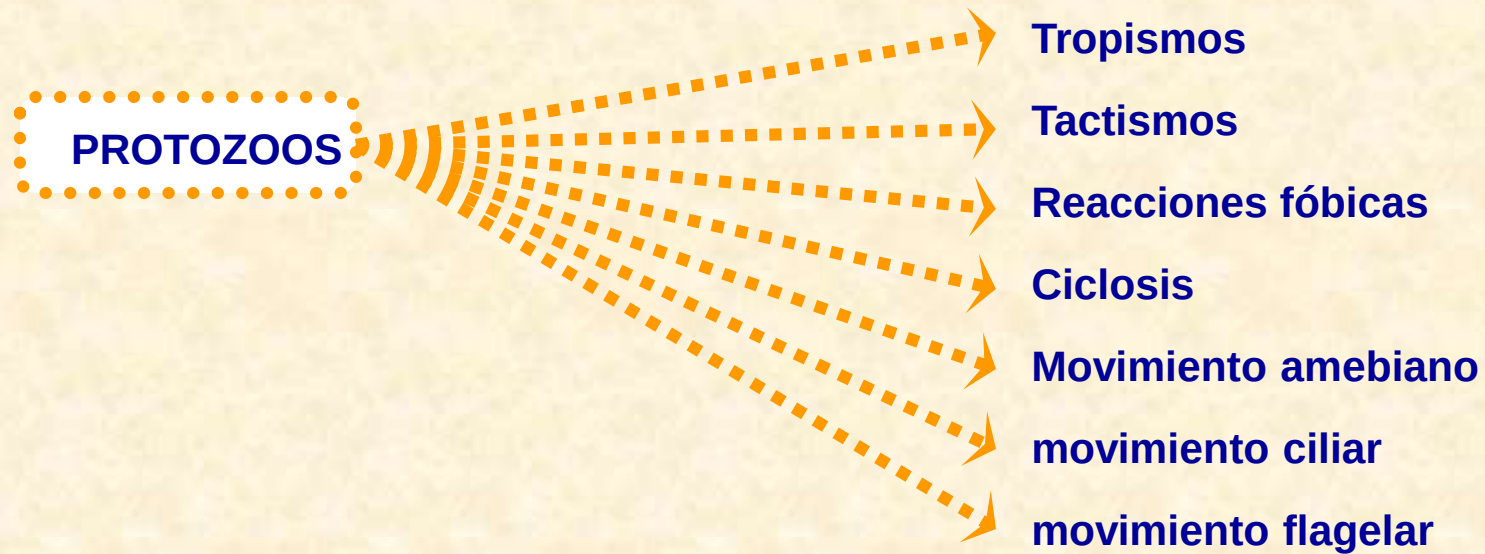
FUNCIONES DE RELACION



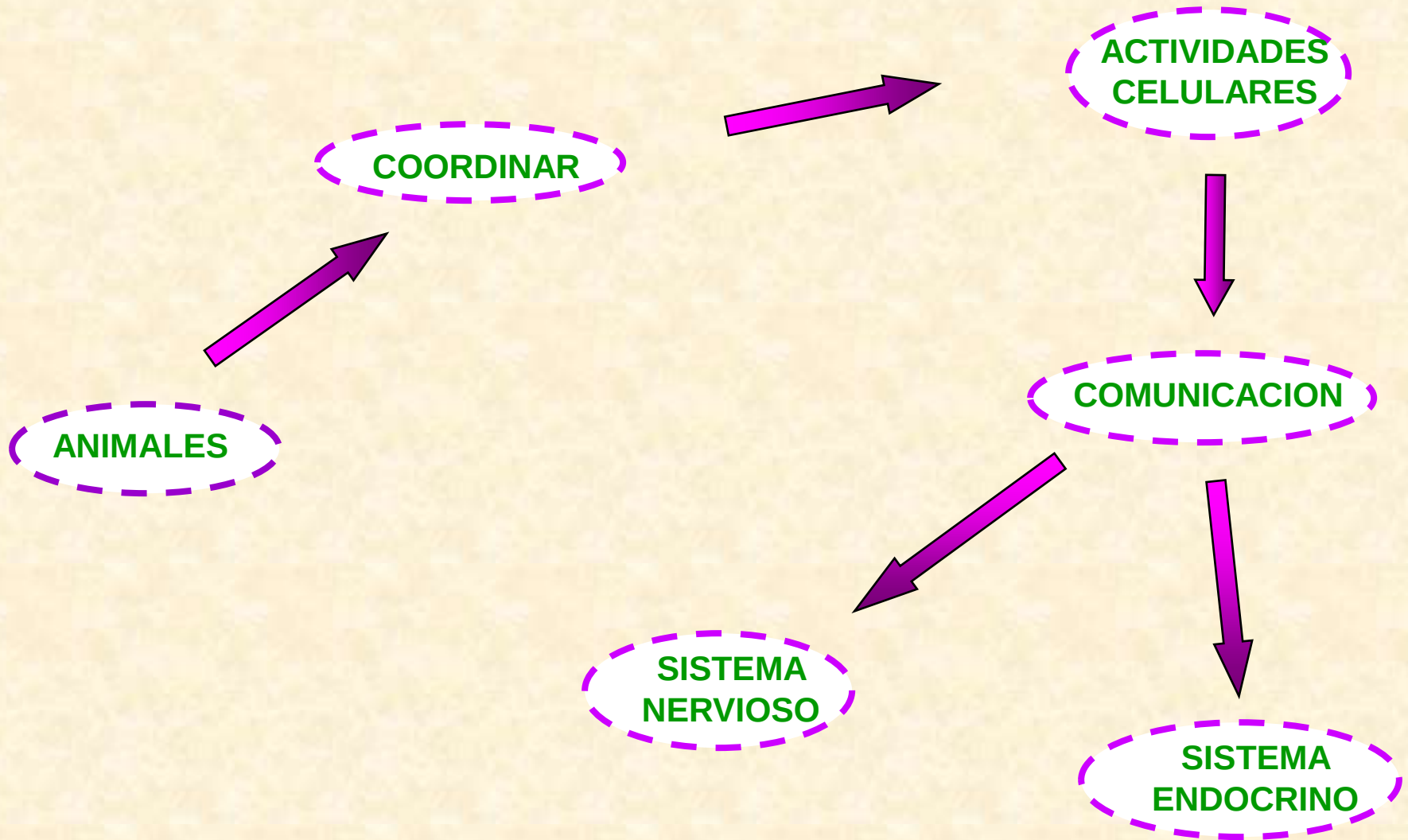
Principales tropismos y tactismos

ESTIMULO	TROPISMO	TACTISMO
Luz	Fototropismo	Fototactismo
Calor	Termotropismo	Termotactismo
Gravedad	Geotropismo	Geotactismo
Sustancias químicas	Quimiotropismo	Quimiotactismo
Contacto	Tigmotropismo	Tigmotactismo

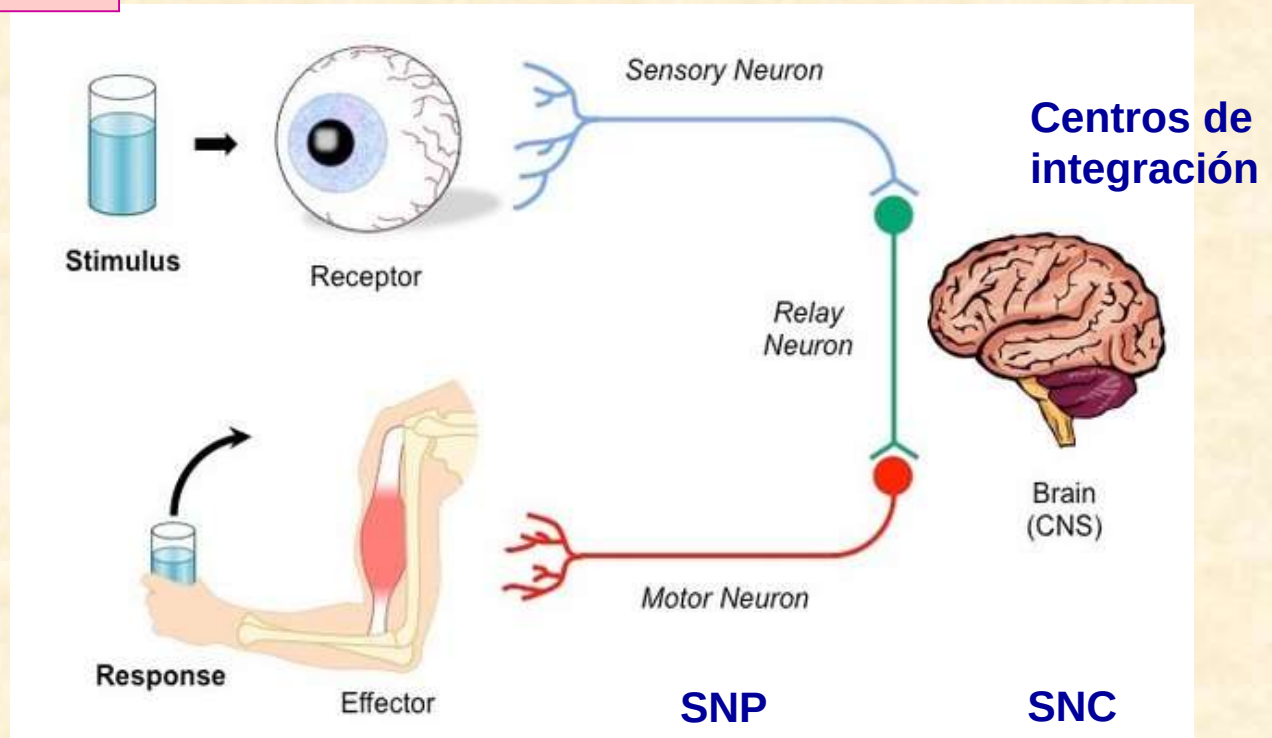
FUNCIONES DE RELACION EN PROTISTAS



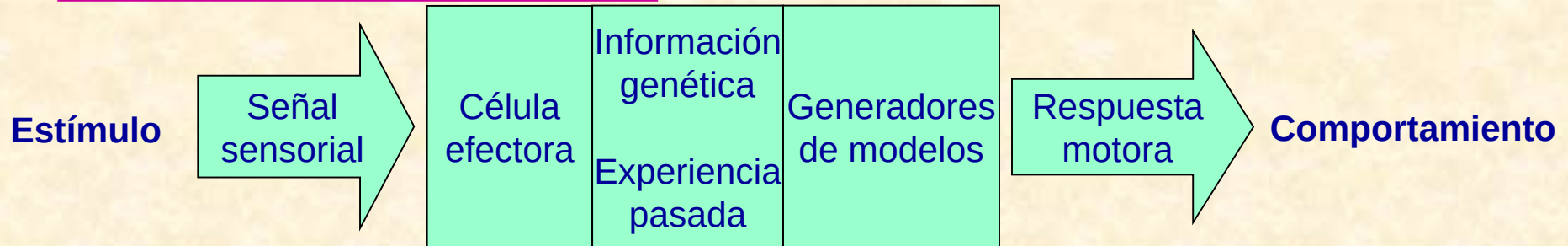
FUNCIONES DE RELACION EN LOS ANIMALES



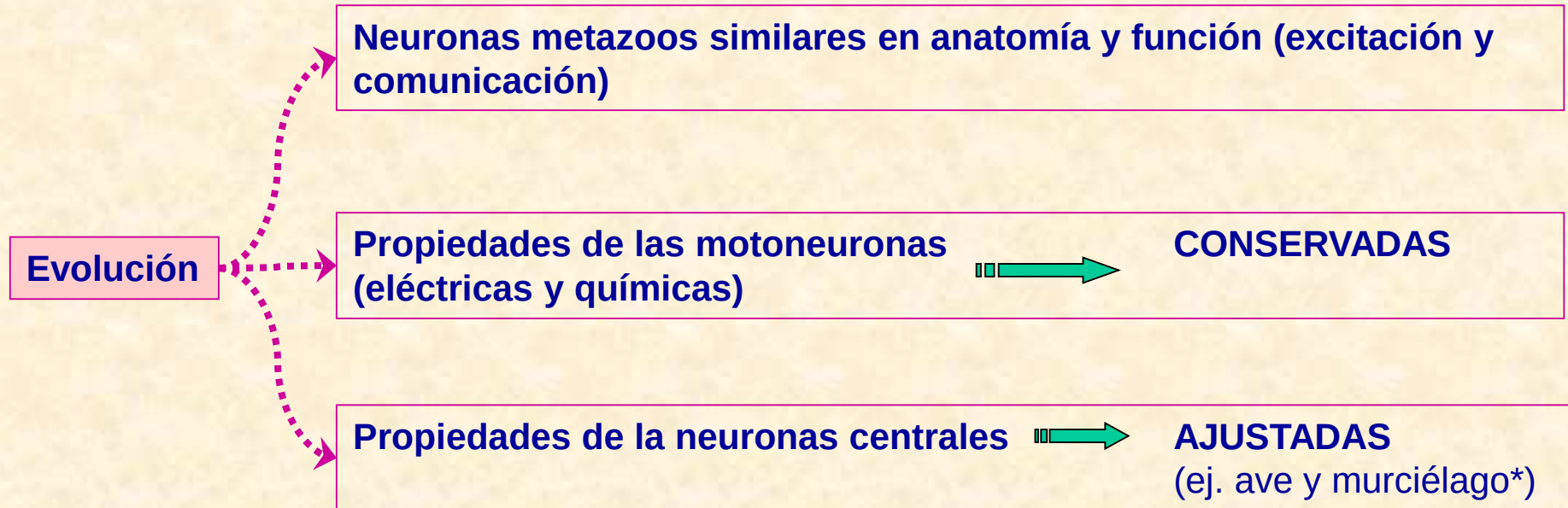
Organización general



Procesamiento de la información



EVOLUCIÓN DEL SISTEMA NERVIOSO



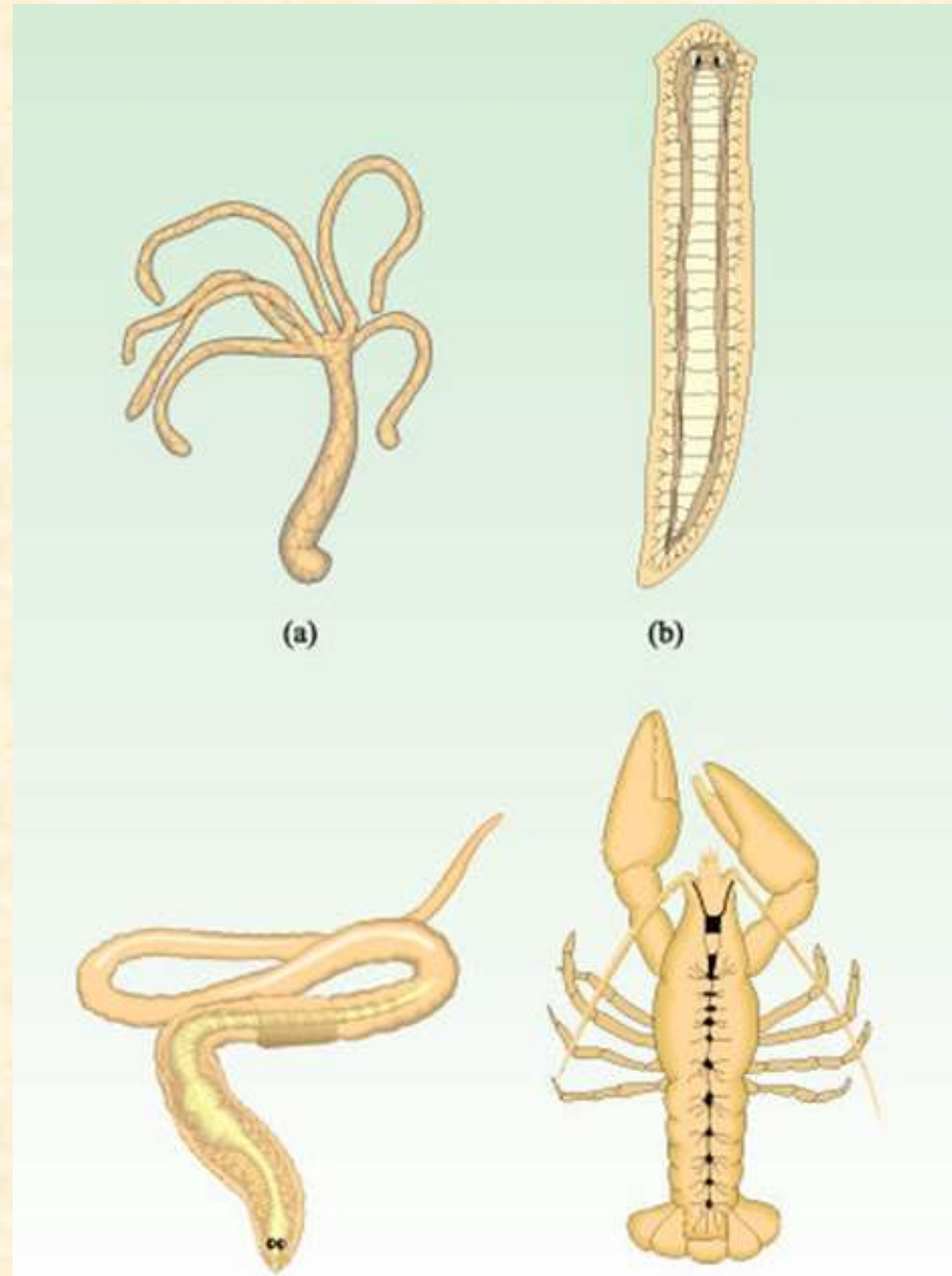
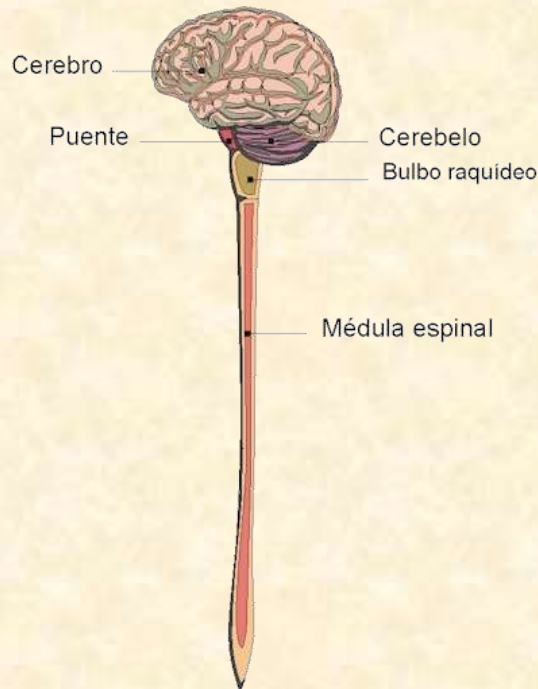
*Las regiones auditivas del encéfalo son grandes y complejas, la visual es pequeña, en las aves es lo contrario

PATRONES EN LA EVOLUCIÓN DEL SISTEMA NERVIOSO

1. Plexo nervioso (Cnidarios, periferia invert., intestino vertebrados)

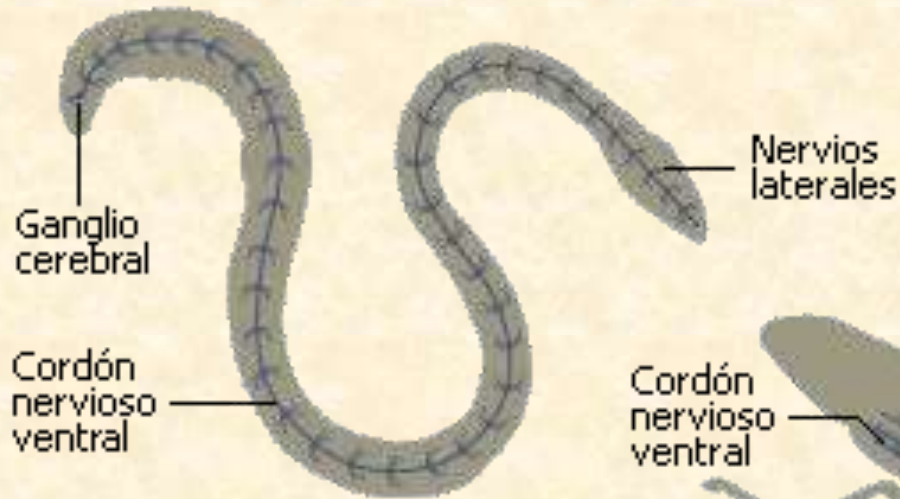
2. Ganglionar (Anélidos, artrópodos)

3. Columnar (vertebrados)

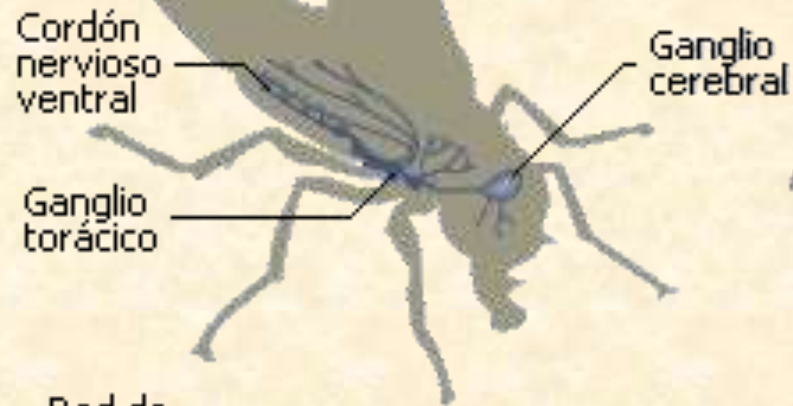


ORGANIZACIÓN NEURONAL

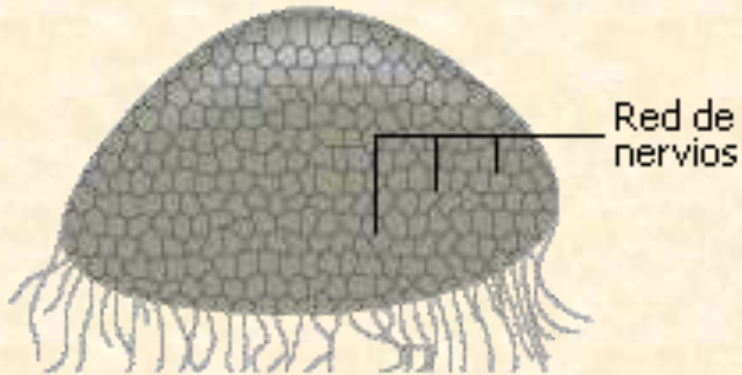
Lombriz de tierra



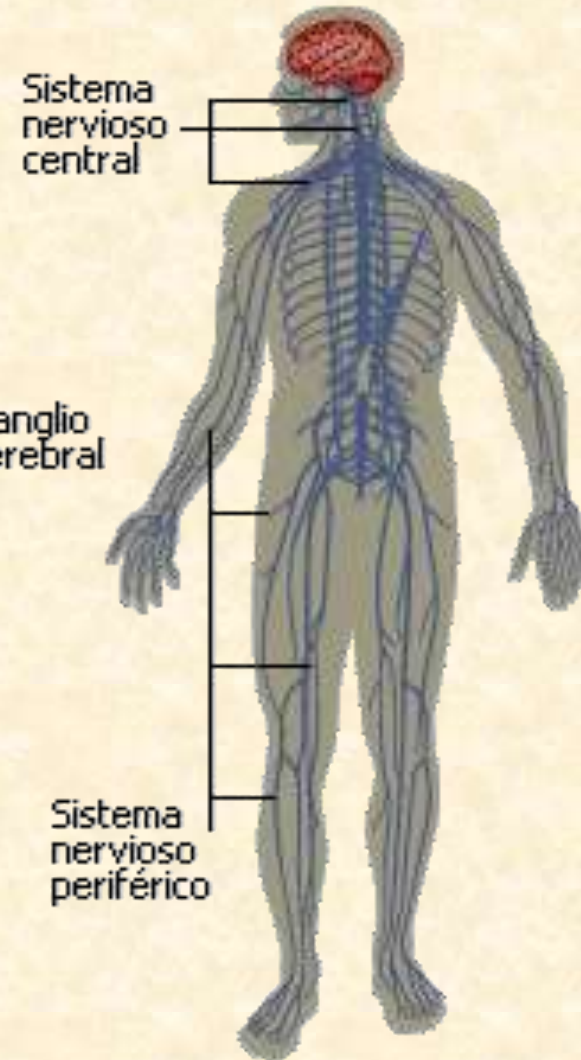
Mosca



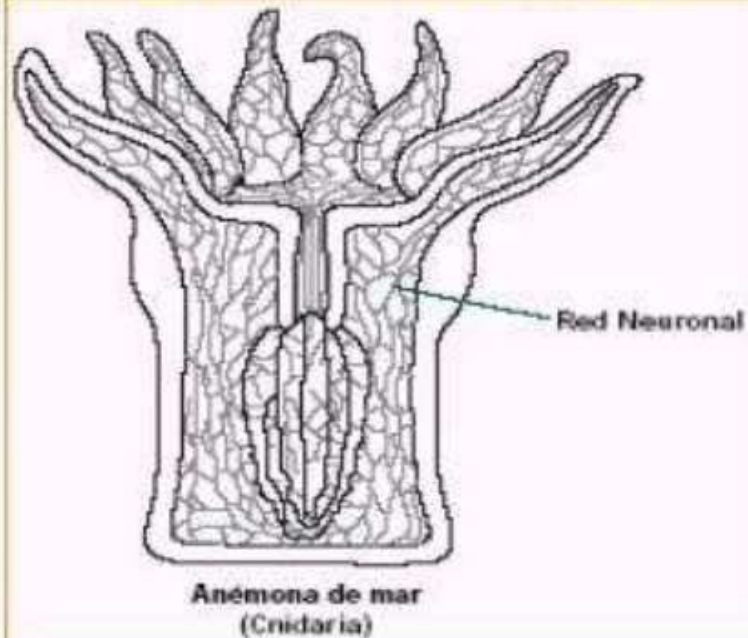
Medusa



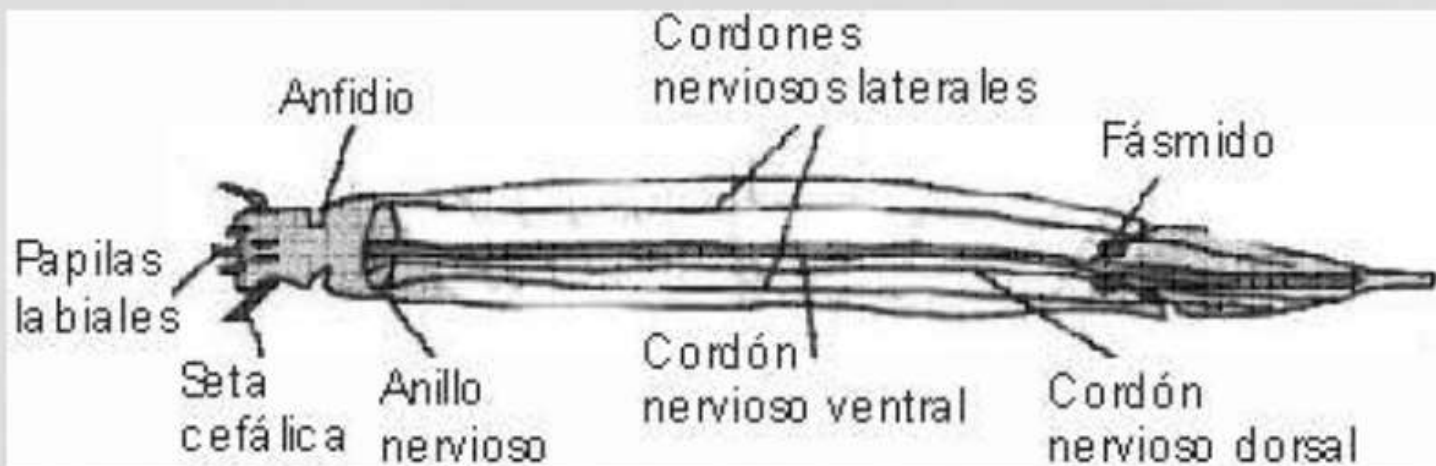
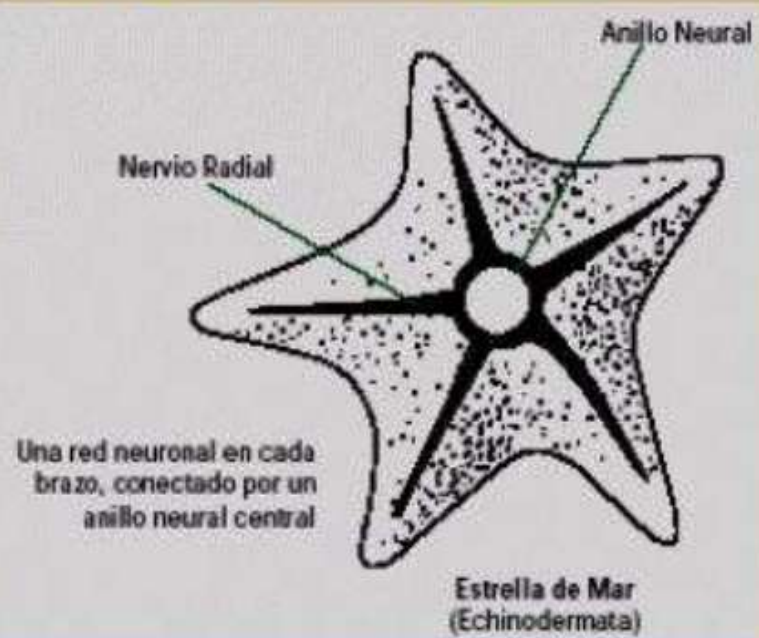
Ser humano



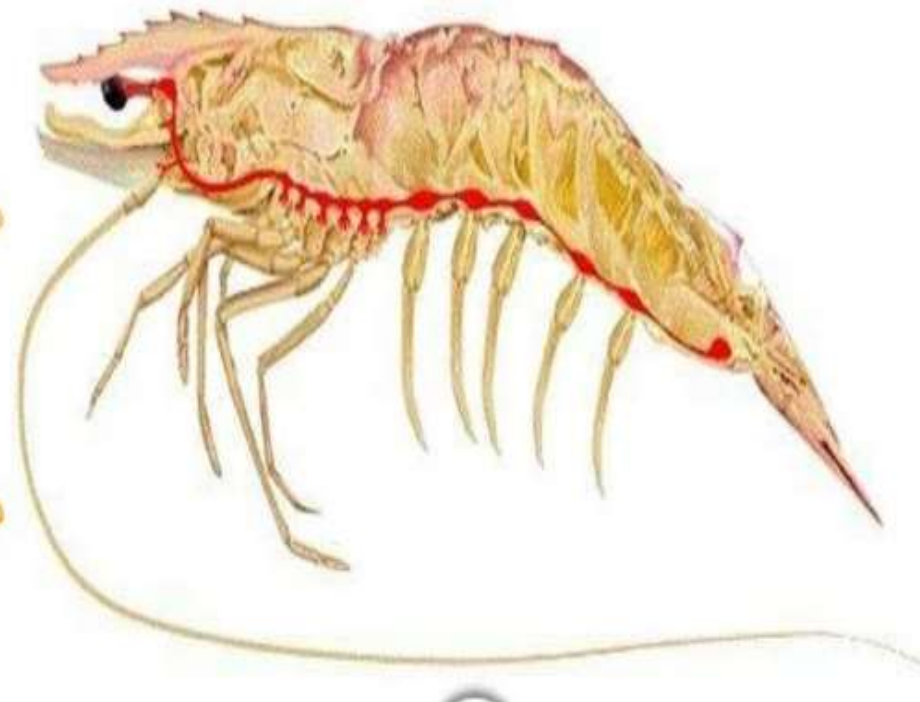
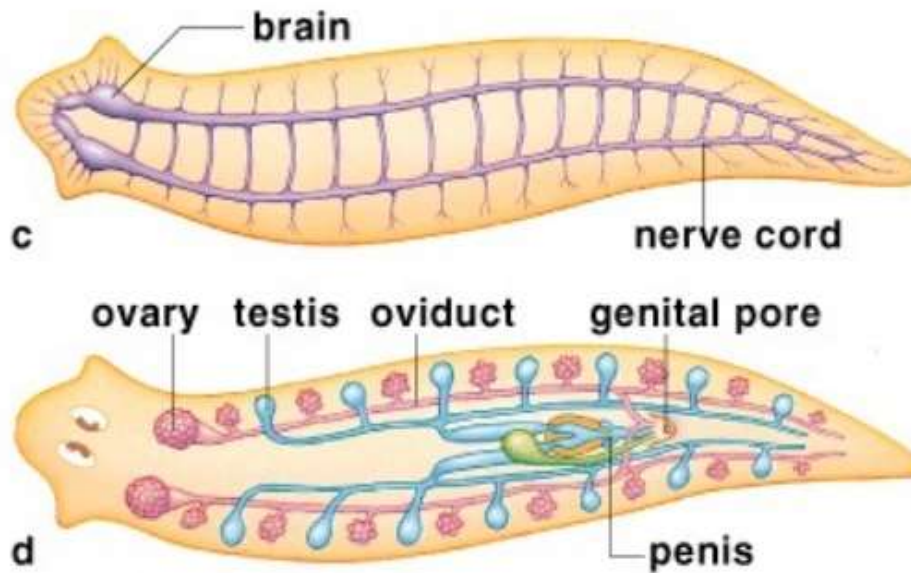
SISTEMA NERVIOSO RETICULAR



SISTEMA NERVIOSO RADIAL



- **Sistema nervioso cordal:** característico de platelmintos. Hay una región cefálica donde se presentan ganglios cerebrales, agrupación de neuronas, de los que salen dos cordones nerviosos que se extienden por todo el organismo.
- **Sistema nervioso ganglionar:** Tienen una acumulación de neuronas, los ganglios cerebrales, del cual sale el collar periesofágico, del que salen cordones nerviosos los cuales están unidos por conexiones transversales; por eso se conoce como **sistema nervioso escaliforme**. En organismos más evolucionados, las neuronas se encuentran en la región cefálica **cefalización**.



INVERTEBRADOS

1. Organización en red difusa o plexo nervioso

PORIFEROS



Carecen de S.N., por lo cual, la irritabilidad se restringe a cada célula.

CELEENTERADOS



Son los primeros en tener S.N., redes nerviosas.



Los impulsos nerviosos viajan en cualquier dirección.



Un estímulo en una región desencadena una respuesta en todo el cuerpo. Para alimentación, defensa, locomoción

Red difusa de una anémona



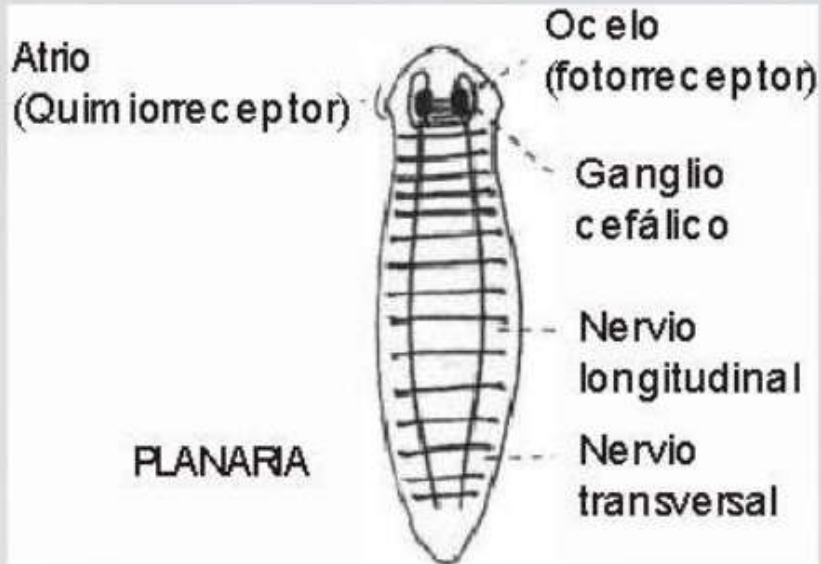
cnidarios



Hidra de agua dulce

A

PLATELMINTOS

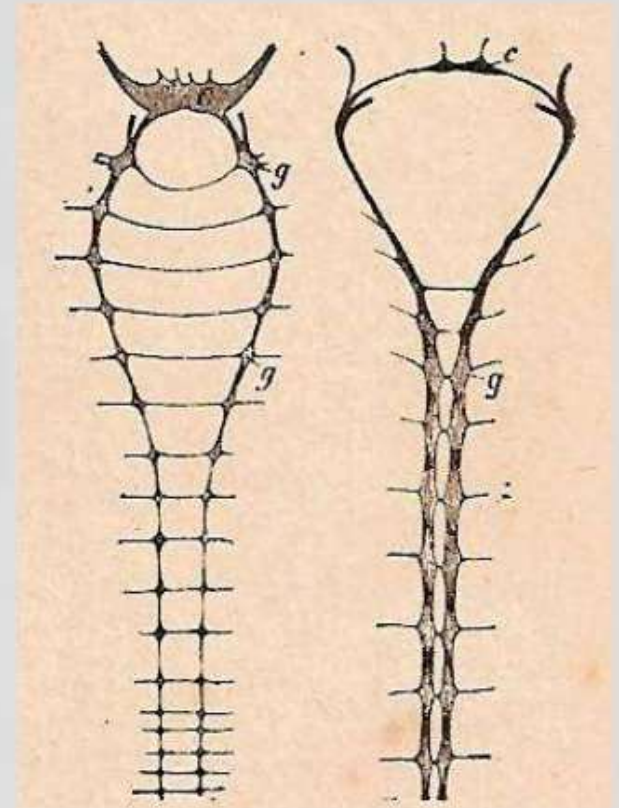


sistema nervioso cordal

- Ya presentan un inicio de cefalización

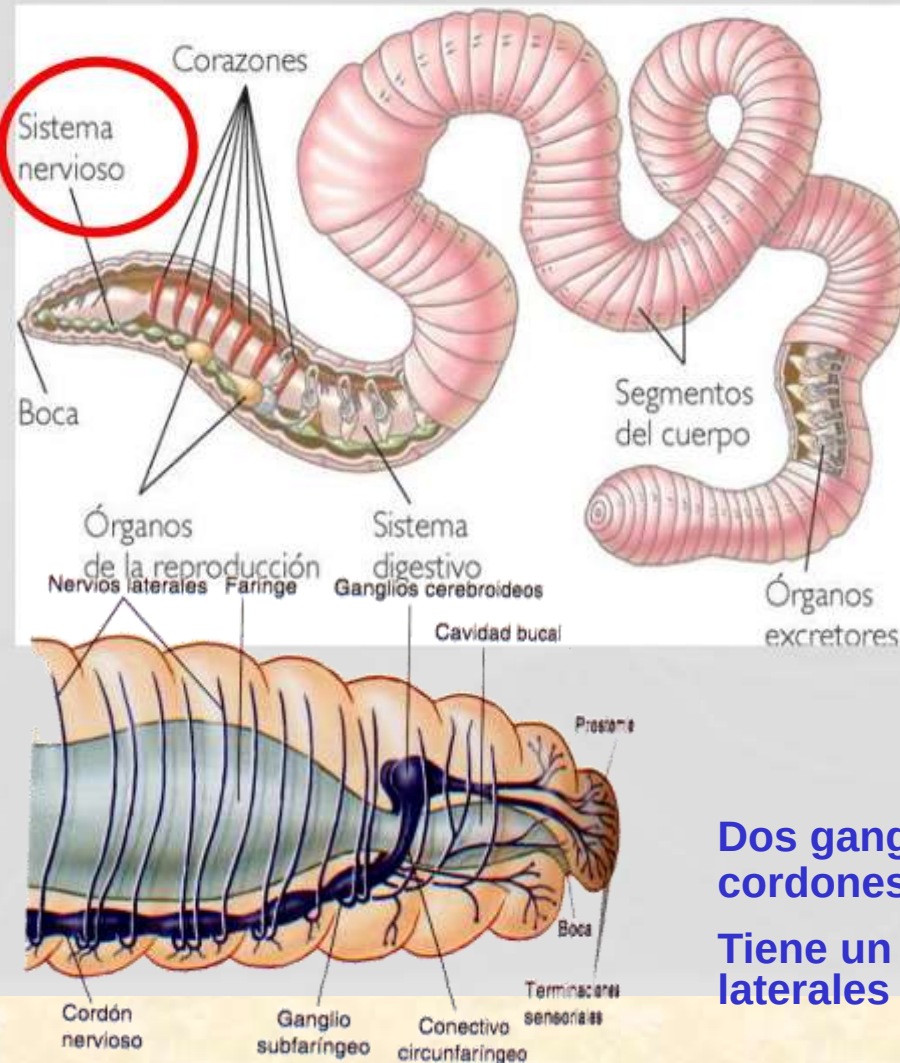
- Se distingue un agrupamiento de neuronas en un par de ganglios cefálicos en la parte delantera del cuerpo.

- De estos ganglios parten dos cordones nerviosos ventrales, que recorren todo el cuerpo y se comunican entre sí mediante conexiones transversales. El conjunto toma forma de escalera



ANÉLIDOS

S.N. ganglionar bien desarrollado. Formado por ganglios cerebroides bilaterales y ganglios segmentarios.

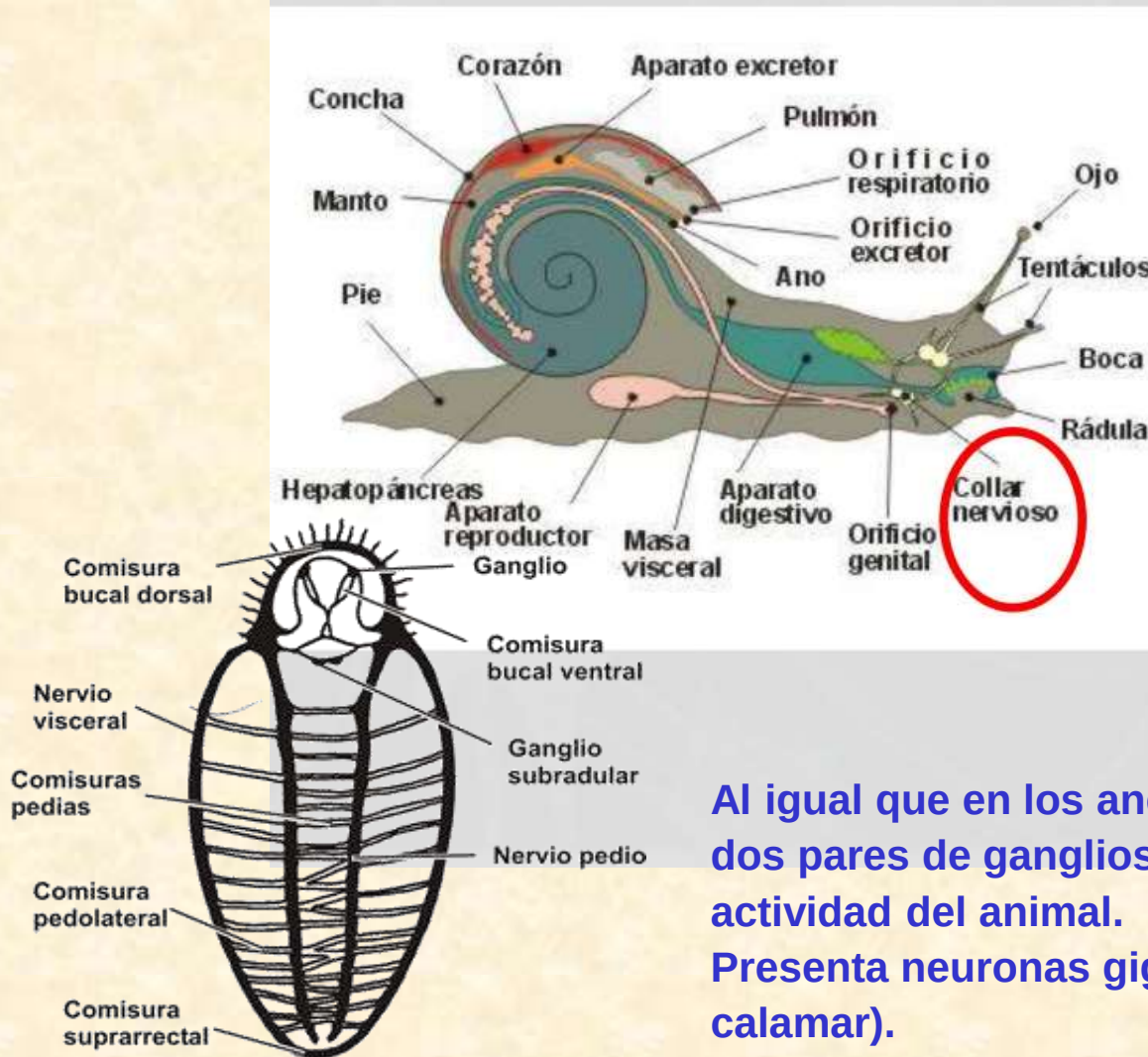


- Presentan una concentración de ganglios cefálicos
- De cada ganglio cefálico parte una cadena nerviosa ventral.
- En cada anillo (metámero), la cadena forma un ganglio, el cual se comunica transversalmente con el del otro cordón nervioso.
- Esta estructura recibe el nombre de **sistema nervioso escaleriforme**

Dos ganglios supra y subfaringeo conectados por cordones nerviosos.

Tiene un ganglio segmentario y seis nervios laterales en cada anillo.

MOLUSCOS



➤ Presentan un aumento de la complejidad asociado a una concentración de los ganglios en un solo ganglio cefálico

➤ En los cefalópodos, el primitivo par de cordones ganglionares ventrales, acaba formando un gran ganglio cefálico, del cual parten los nervios oculares, olfatorios y bucales.

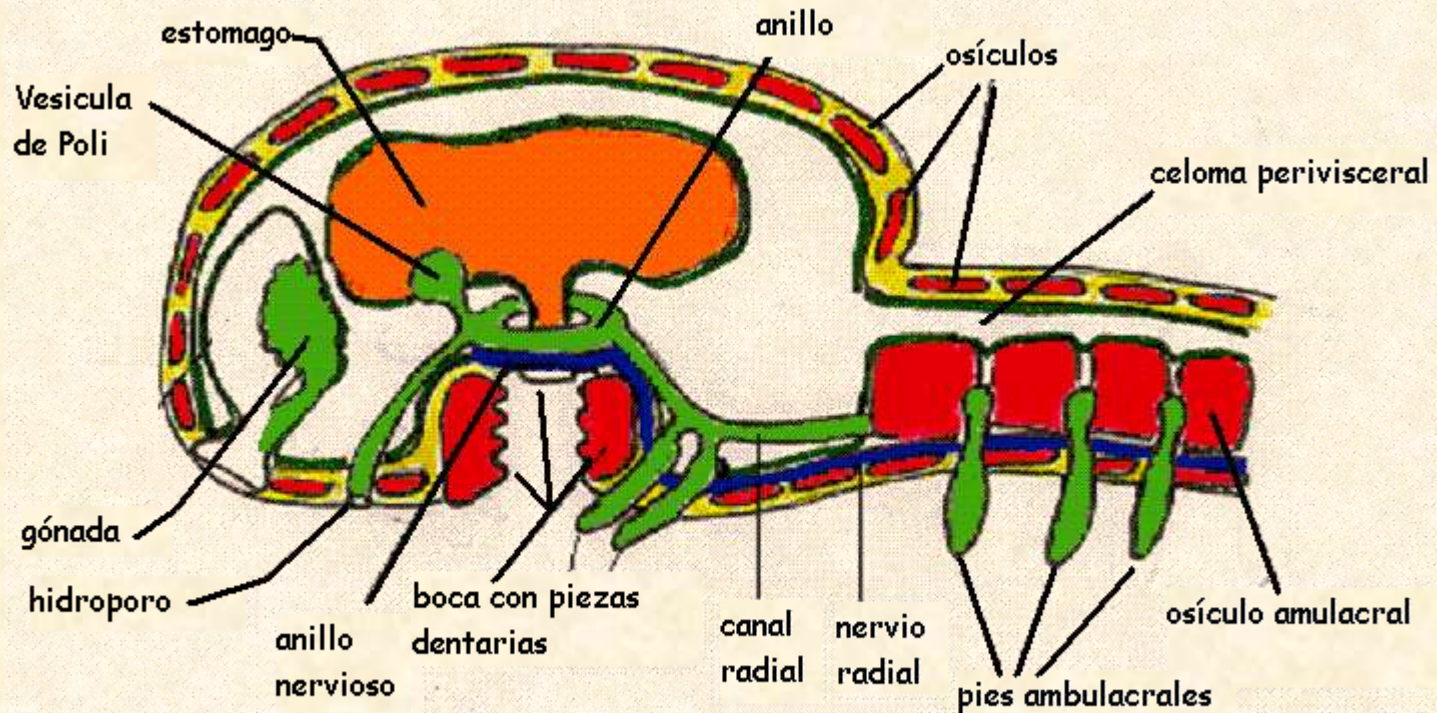
Complejo

Al igual que en los anélidos es un SN ganglionar, con dos pares de ganglios encargados de dirigir toda la actividad del animal.

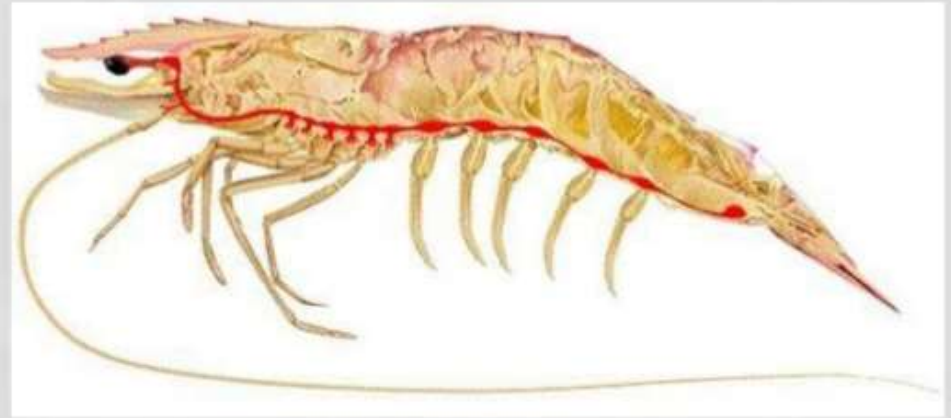
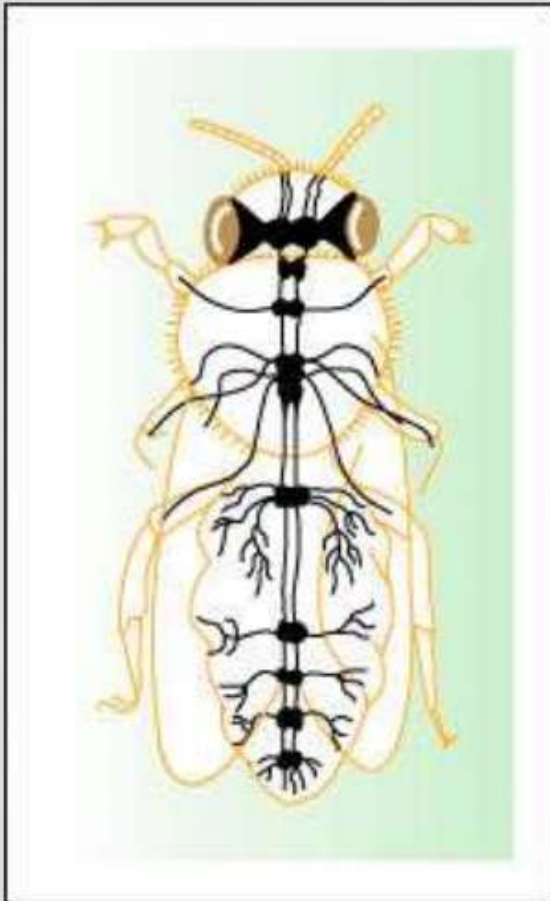
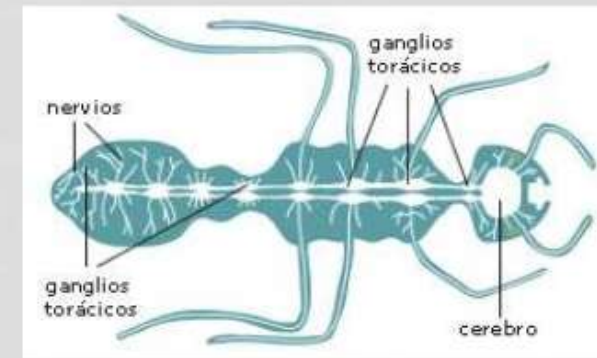
Presenta neuronas gigantes (ej axón gigante del calamar).

EQUINODERMOS

- ★ S.N. es radial.
- ★ Carecen de cerebro.
- ★ Anillo nervioso alrededor de la boca o collar periesofágico, cordones se extienden hacia cada ambulacro en la parte dorsal.
- ★ Numerosas células nerviosas que los hacen muy sensibles.



ARTRÓPODOS



- ❖ Presentan un ganglio central del que salen dos cordones ganglionares ventrales con estructura escaleriforme
- ❖ Esta estructura acaba dando lugar a una sola cadena ganglionar ventral.

ARTROPODOS

- Buen grado de cefalización, concentrando varios órganos en la cabeza.
- Cerebro conectado por dos cordones nerviosos rodeando el esófago.

Metamerización sistema nervioso



Descentralización



Saltamontes
D

PRINCIPIOS EVOLUTIVOS

- 1. Sistema nervioso basado en neuronas.**
- 2. Patrón fundamental: arco reflejo.**
- 3. Acumulación de neuronas en un SNC. Cefalización y centralización.**
- 4. Estructuras nuevas dispuestas sobre las más primitivas.**
- 5. A mayor complejidad del organismo más neuronas.**
- 6. Tamaño de las regiones del encéfalo depende de la importancia de las señales sensoriales.**

PROTOSTOMADOS (artrópodos)

- **SNC ganglionado**
- **Ventral**
- **No surge por invaginación**
- **Conectivos pareados**

VERTEBRADOS

- **SNC columnar**
- **Dorsal**
- **Surge por invaginación (tubo neural)**
- **Sin conectivos**

Principios de la organización funcional en SN de mamíferos y muchos vertebrados:

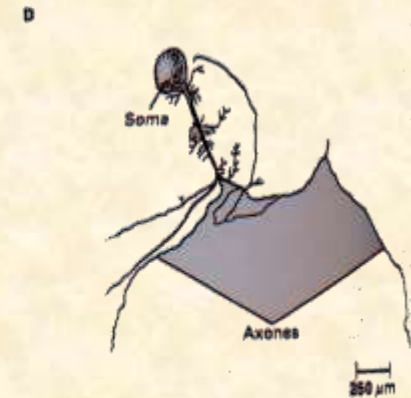
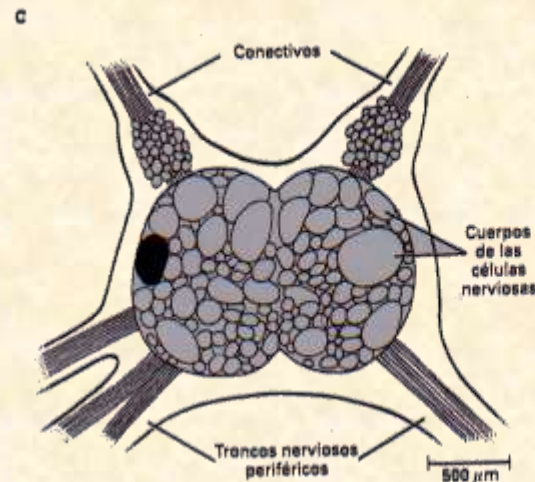
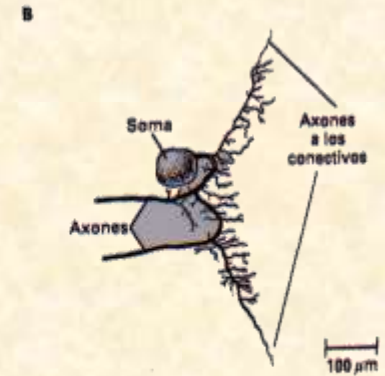
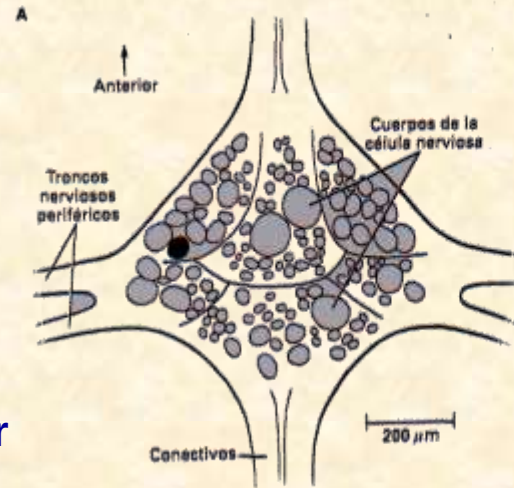
- 1) Localización de la función ej áreas corteza cerebral**
- 2) El tamaño si importa: a más neuronas más integración**
- 3) Mapas en el cerebro: representaciones corticales o somatotópicas, para las funciones sensoriales y motoras**
- 4) Plasticidad de los circuitos nerviosos**

GANGLIO

Encéfalo (superganglio)



localizado generalmente parte anterior
(excepto sanguijuela)



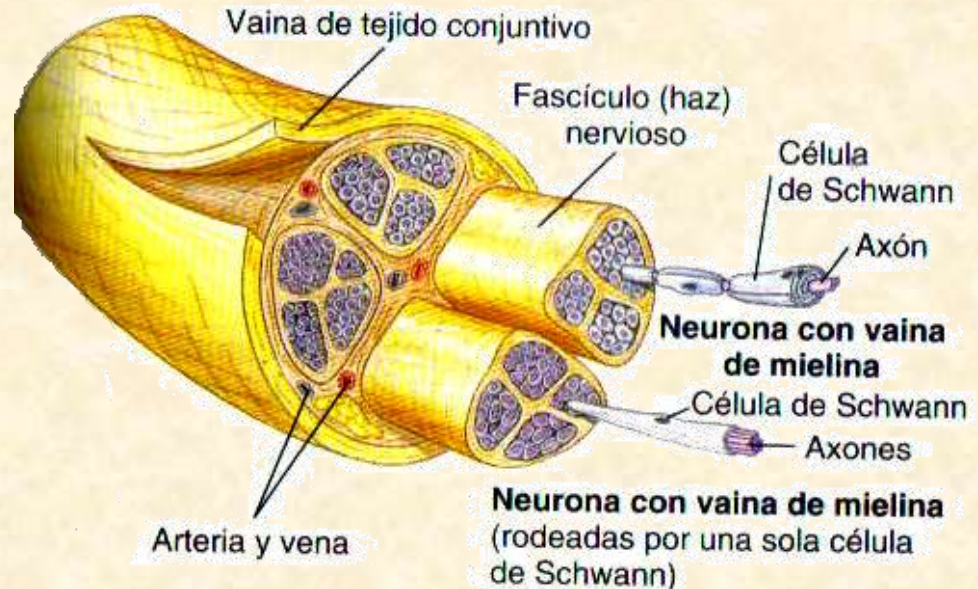
NERVIO

- Fibras nerviosas (axones)
- Tejido conjuntivo que lo soporta

Otros tipos de paquetes de axones

- Tracto (SNC; dentro del ganglio*)
- Conectivo (entre ganglios*)
- Comisura (izquierda y derecha*)

***Sistema nervioso ganglionado**



CORDADOS

“A medida que se avanza en la escala evolutiva, el cerebro se va alargando progresivamente, hasta llegar a los humanos en donde alcanza su máximo desarrollo”

Sistema nervioso*

- **El encéfalo** (alojado en la cavidad craneal)
- **Médula espinal** (grueso cordón cilíndrico en la columna vertebral)
- **Nervios craneales:** salen 12 pares del encéfalo
- **Nervios espinales o raquídeos:** parten de la médula espinal

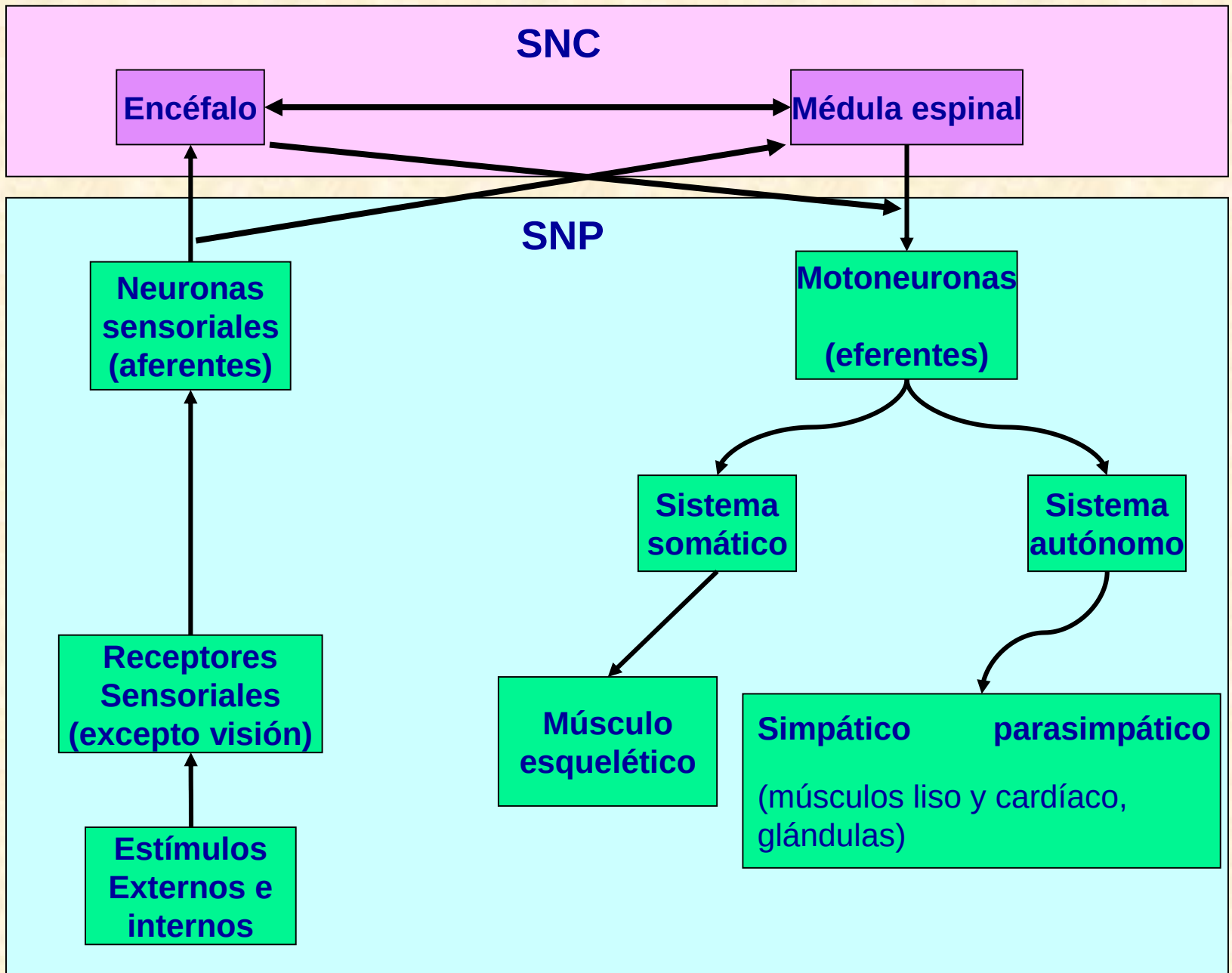
*El SN nervioso tiene una gran **REDUNDANCIA**

Artrópodos

Una motoneurona inerva todo un músculo

Vertebrados

Un músculo es inervado por cientos de neuronas



SISTEMA NERVIOSO CENTRAL

✓ **Encéfalo**

✓ **Médula espinal**

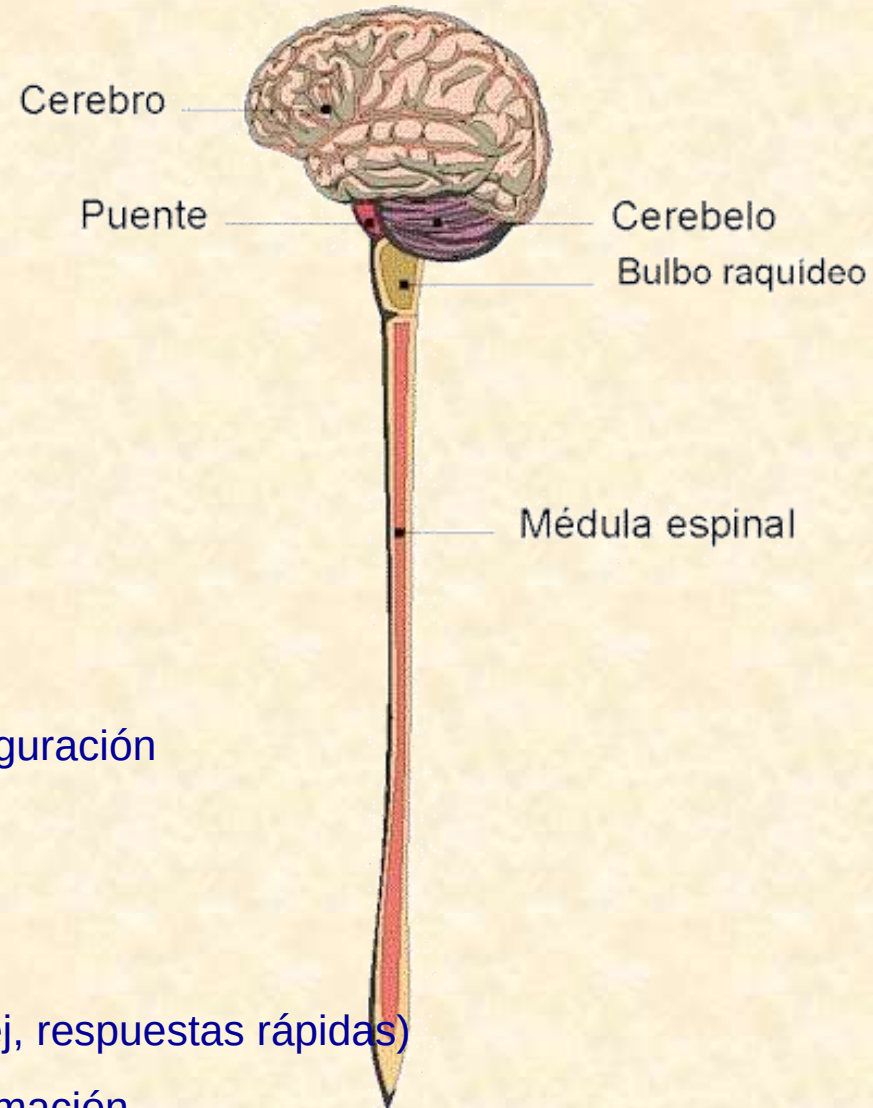
Inteligencia

Razón 1:1 peces; 55:1 hombre

Encefalización: Proceso de agrandamiento, configuración y capacidad funcional del encéfalo

Ventajas

- Desarrollo de aptitudes funcionales (ej, respuestas rápidas)
- Gran capacidad para almacenar información
- Aumento de la complejidad y flexibilidad del comportamiento



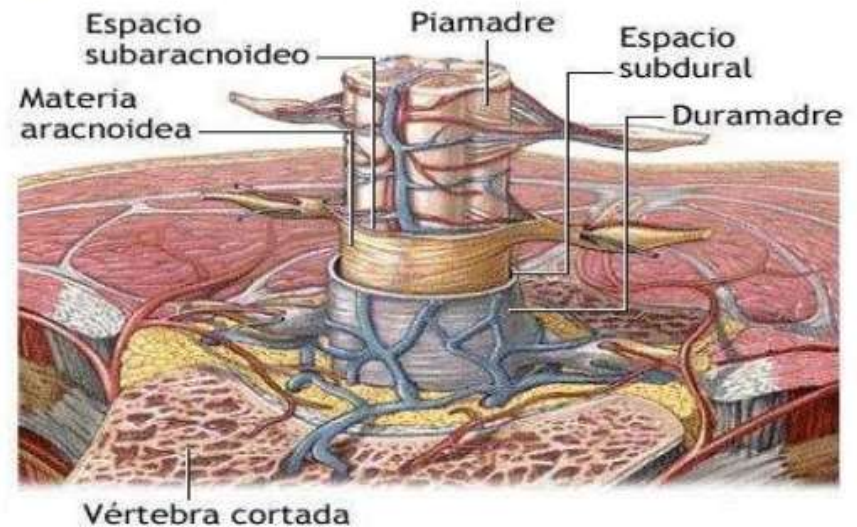
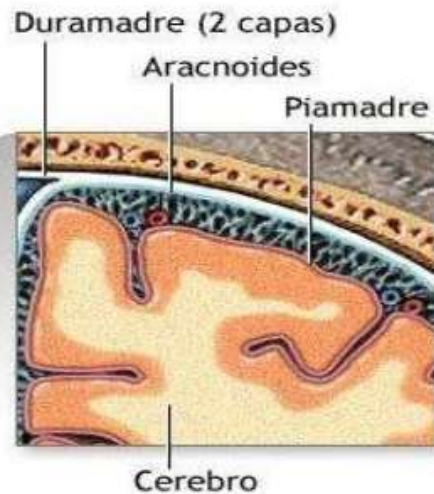
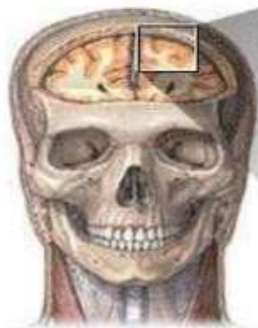
1. Sistema nervioso central

Protegido por envolturas óseas y membranas:

- **Envolturas óseas:** son el cráneo (para el **encéfalo**) y las vértebras (para la médula espinal).
- **Las envolturas membranas:** son las llamadas **meninges**, formadas por: duramadre, aracnoides y piamadre, entre las que se encuentra el **líquido cefalorraquídeo** (intercambio de nutrientes y desechos entre la sangre y el encéfalo)

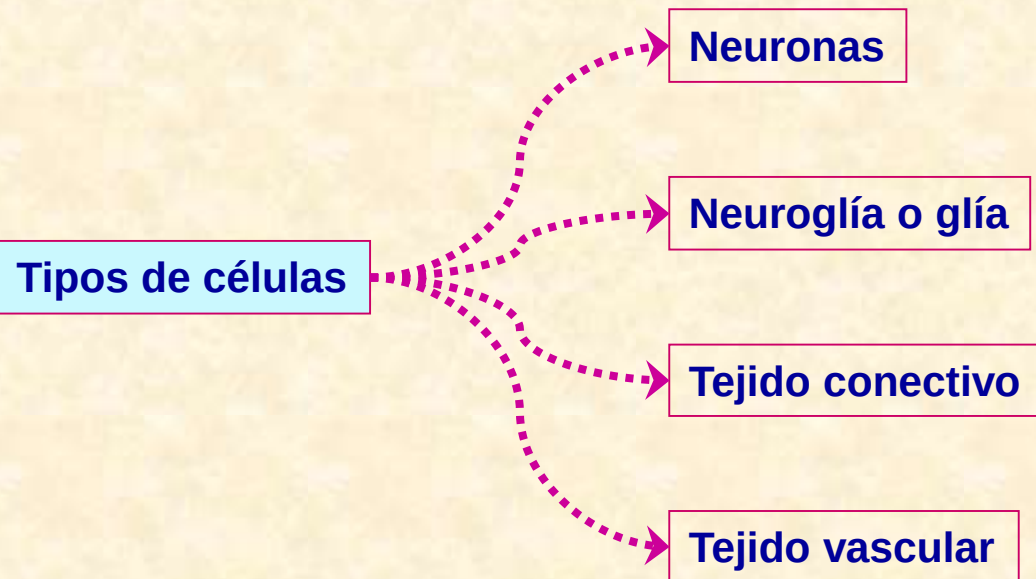
Meninges

Las meninges son las membranas que recubren el cerebro y la médula espinal



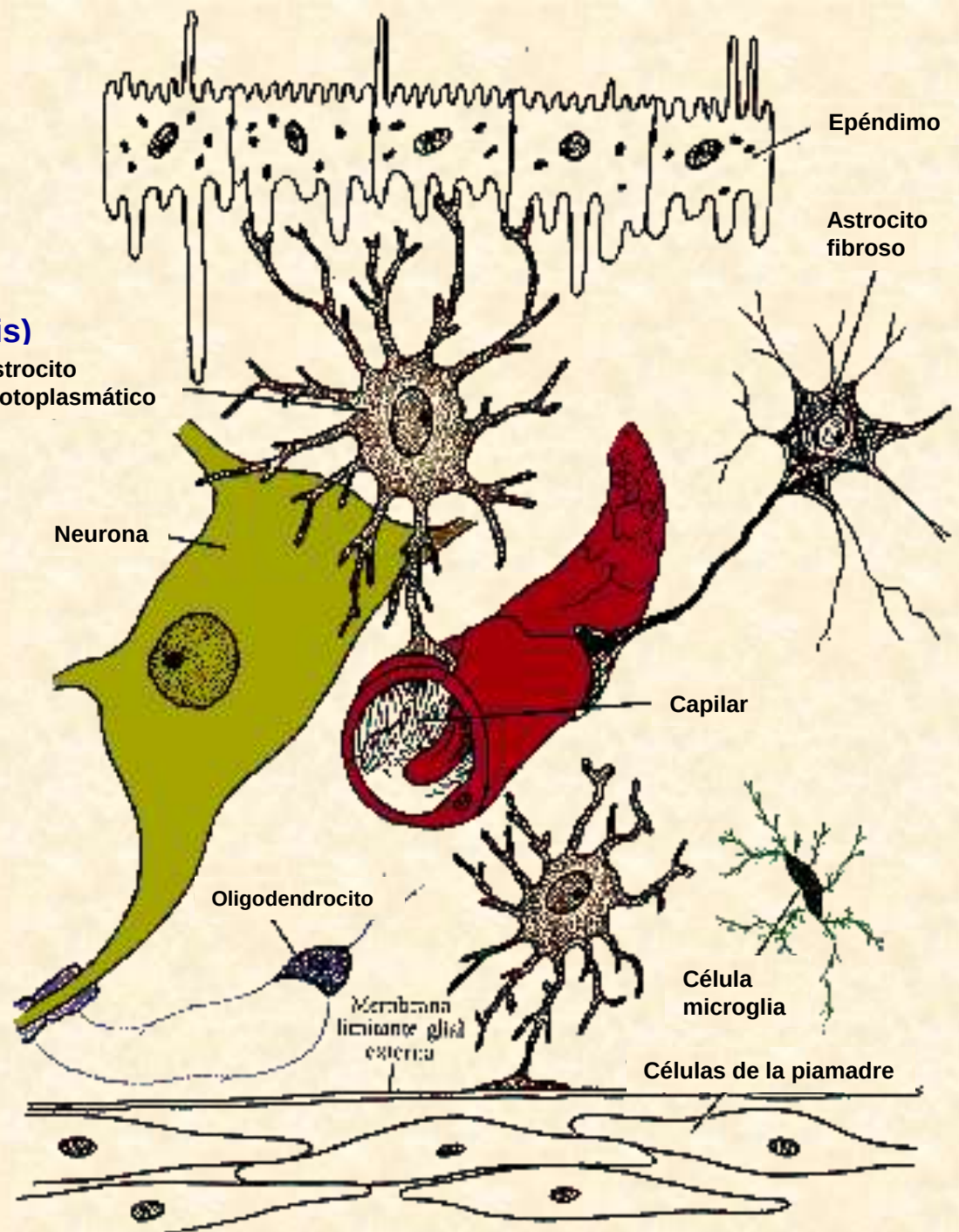
SISTEMA NERVIOSO EN VERTEBRADOS

“Los animales tienen la capacidad de responder en forma rápida y coordinada a los cambios que ocurren en el ambiente”



Células de neuroglía* o “glía”

- **Astrocito:**
 - ✓ **Fibroso (sustancia blanca)**
 - ✓ **Protoplasmático (sustancia gris)**
- **Oligodendrocito**
- **Microglia**
- **Epéndimo**



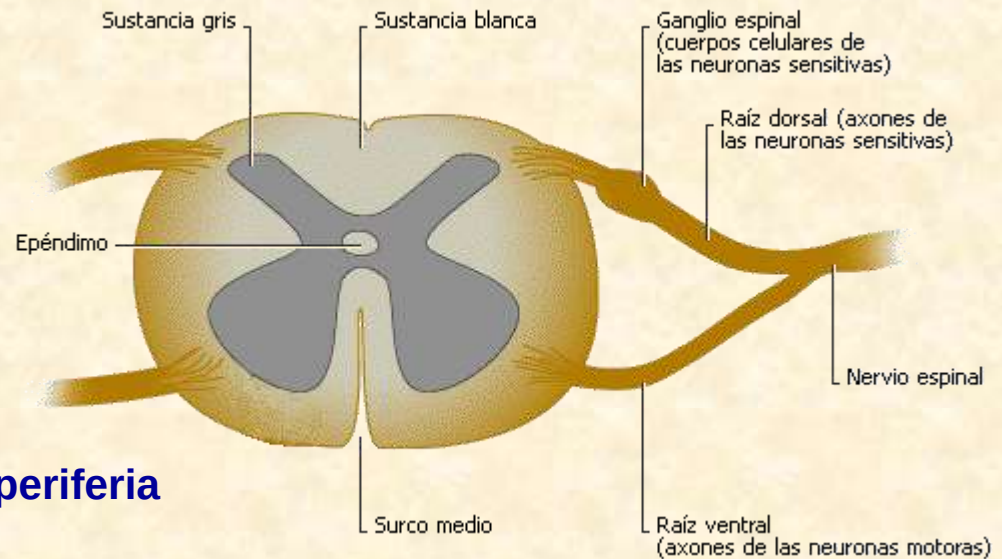
*Numerosas, 1N:10G

SISTEMA NERVIOSO CENTRAL

- ✓ Retiene una organización segmentaria (médula espinal, nervios craneales)
- ✓ Contiene la mayor parte de los cuerpos neuronales
- ✓ Cuerpos de las interneuronas

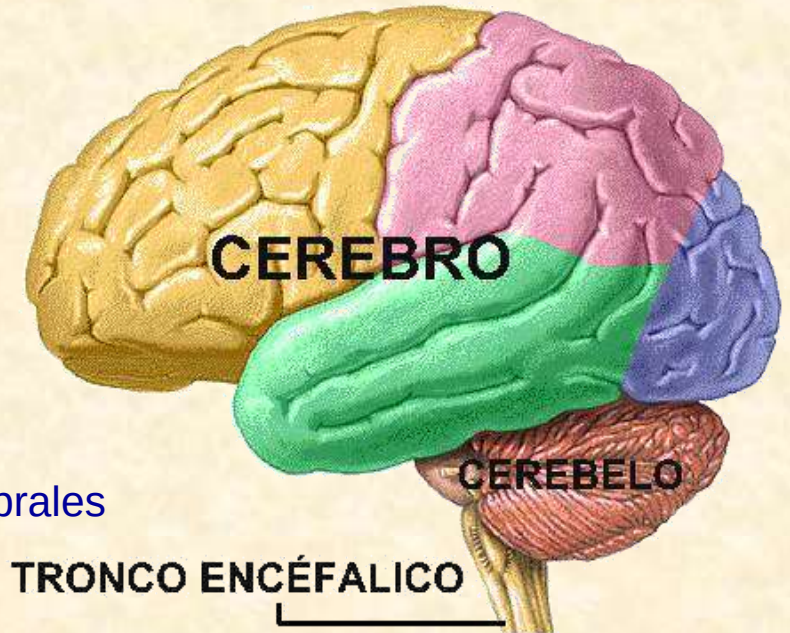
Médula espinal

- Centro segmentario
- Acción refleja
- Recibe y envía información hacia la periferia
- Sustancia blanca (axones)
- Sustancia gris (cuerpos)
- Vías aferentes y eferentes separadas (selectividad señales sensoriales)



Encéfalo

- Neuronas con funciones especializadas
- Mayor cantidad de neuronas
- Control fuerte sobre el SN



Partes

Cerebro

Telencefalo
Hemisferios cerebrales

Diencefalo: Tálamo,
Hipotálamo, Epitálamo

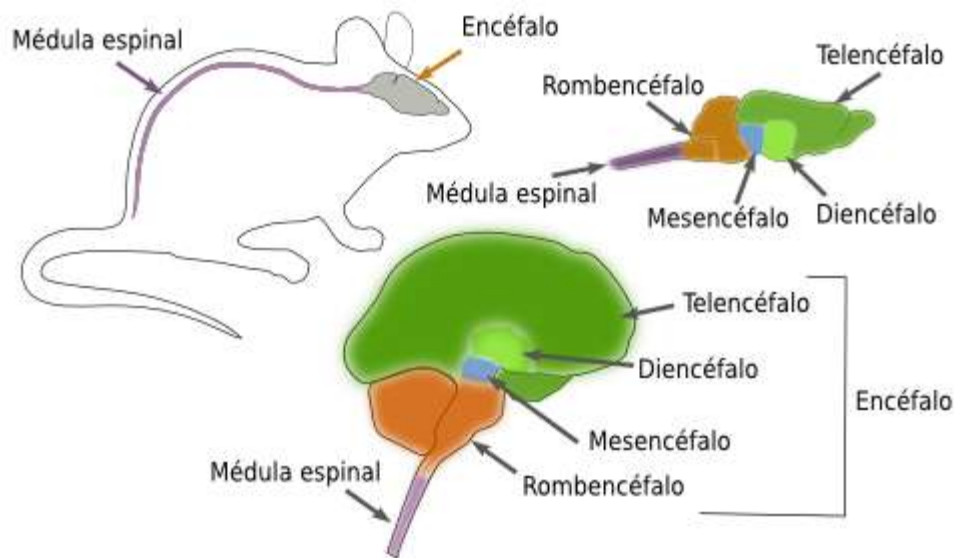
Cerebelo

Tronco cerebral

Mesencéfalo

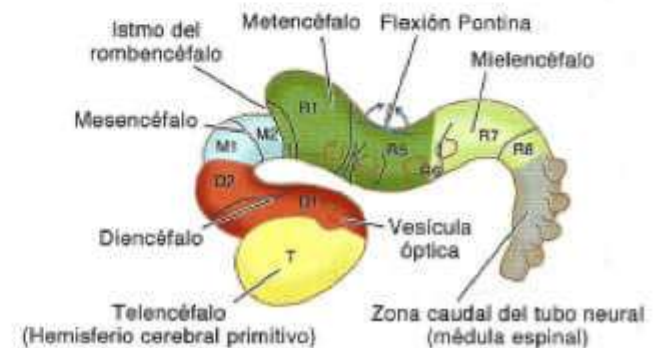
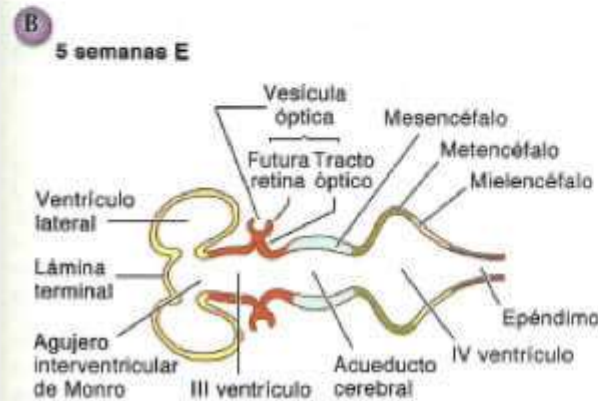
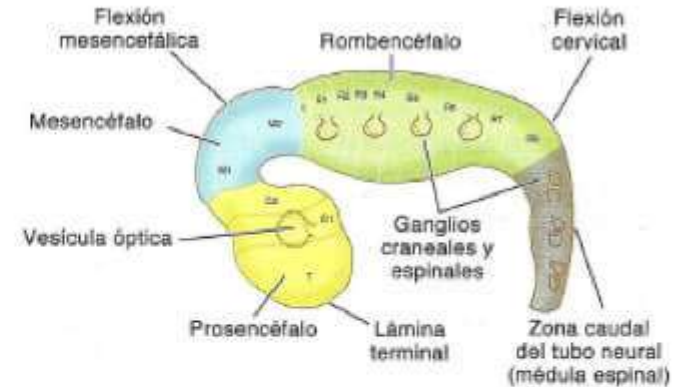
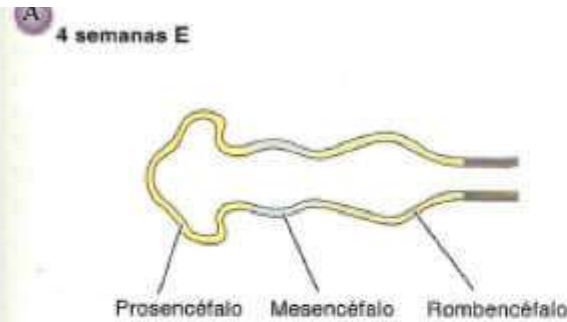
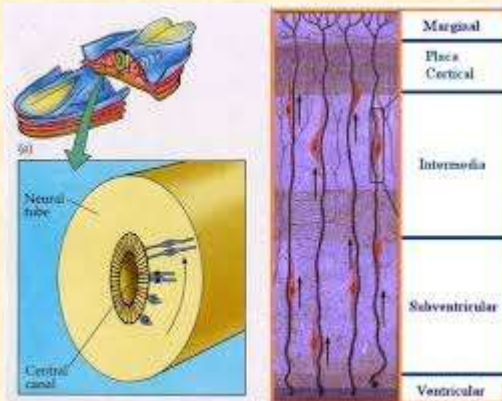
Puente de Varolio o protuberancia anular

Médula obloga o bulbo raquídeo



Desarrollo embriológico en vertebrados

Figura 8.6



Tronco encefálico o tallo cerebral: Contiene centros vitales como el respiratorio, cardiovascular. La formación reticular controla el tono muscular. Núcleos sensoriales y motores para los nervios craneales

-Mesencéfalo: integración o procesamiento para señales visuales y auditivas

-Protuberancia o puente: conexiones con cerebelo

-Bulbo: pirámides bulbares, núcleos olivares para equilibrio

Cerebelo (señales motoras, integra información, aprendizaje de habilidades motoras)

Cerebro

-Corteza cerebral: inteligencia y razonamiento, centro de control de la conducta, aprendizaje

-Núcleos o ganglios basales: control de los efectores motores y emocionales

Diencéfalo

Tálamo (coordinación señales sensoriales y motoras; estación de relevo para señales sensoriales)

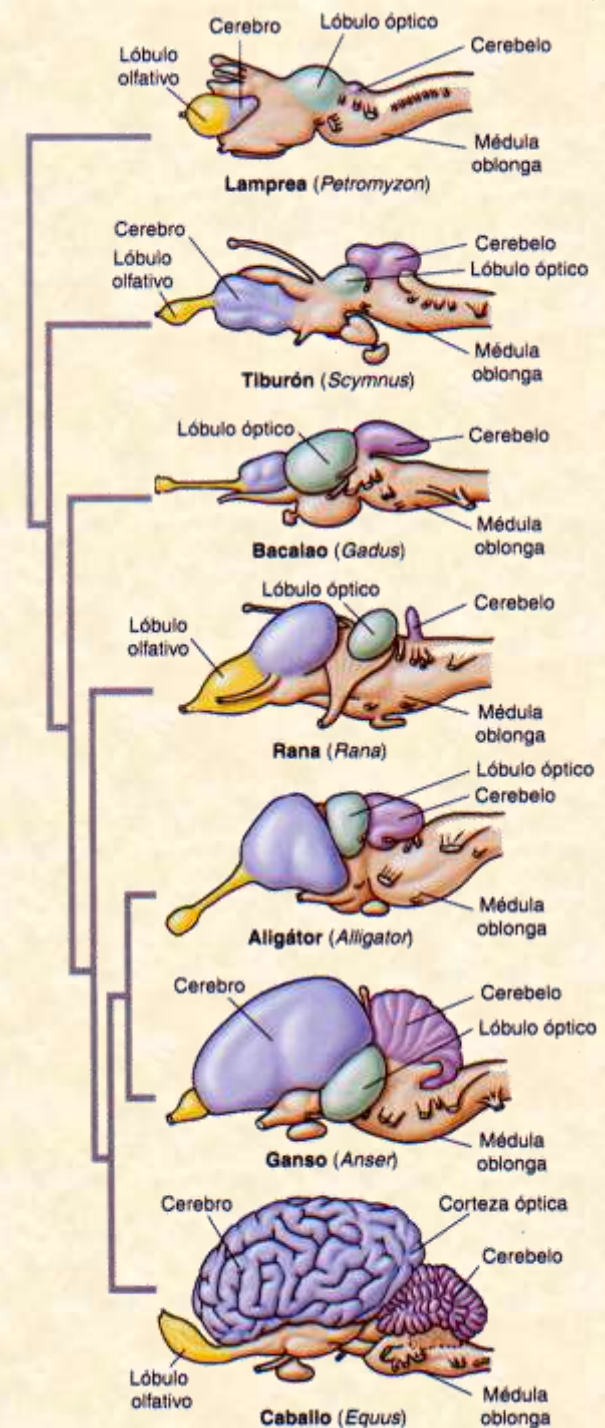
Hipotálamo (funciones viscerales como regulación temperatura, ingestión, apetito sexual; emociones de rabia, excitación, placer)

Epitálamo (glándula pineal, control endocrino)

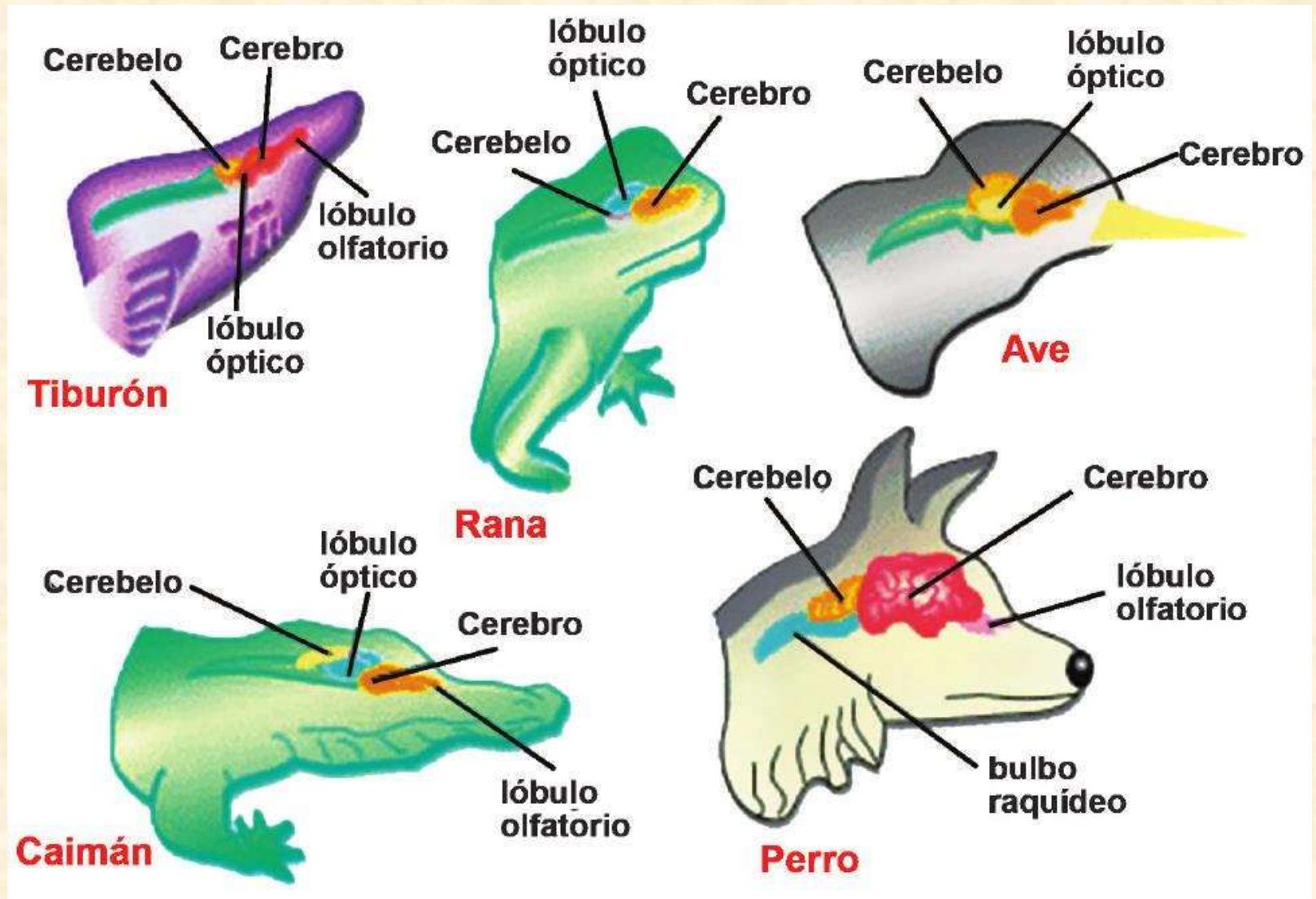
Bulbo olfatorio – Rinencéfalo (detección olores*, interpretación química)

Evolución del encéfalo en vertebrados

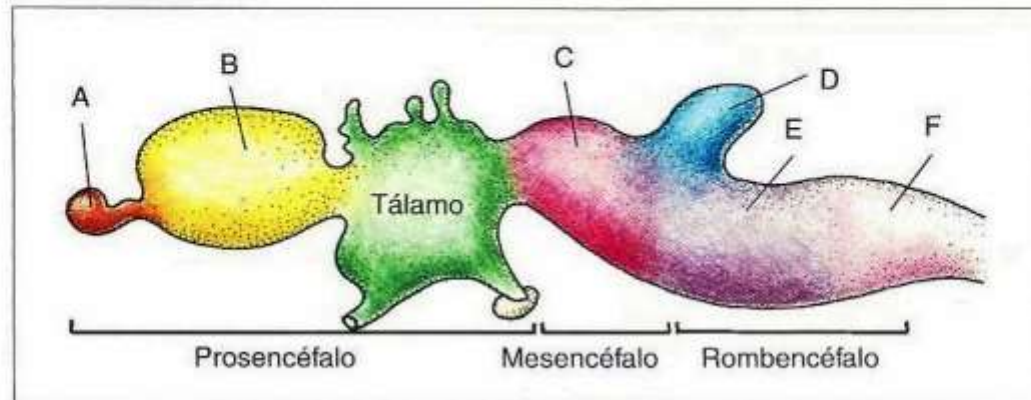
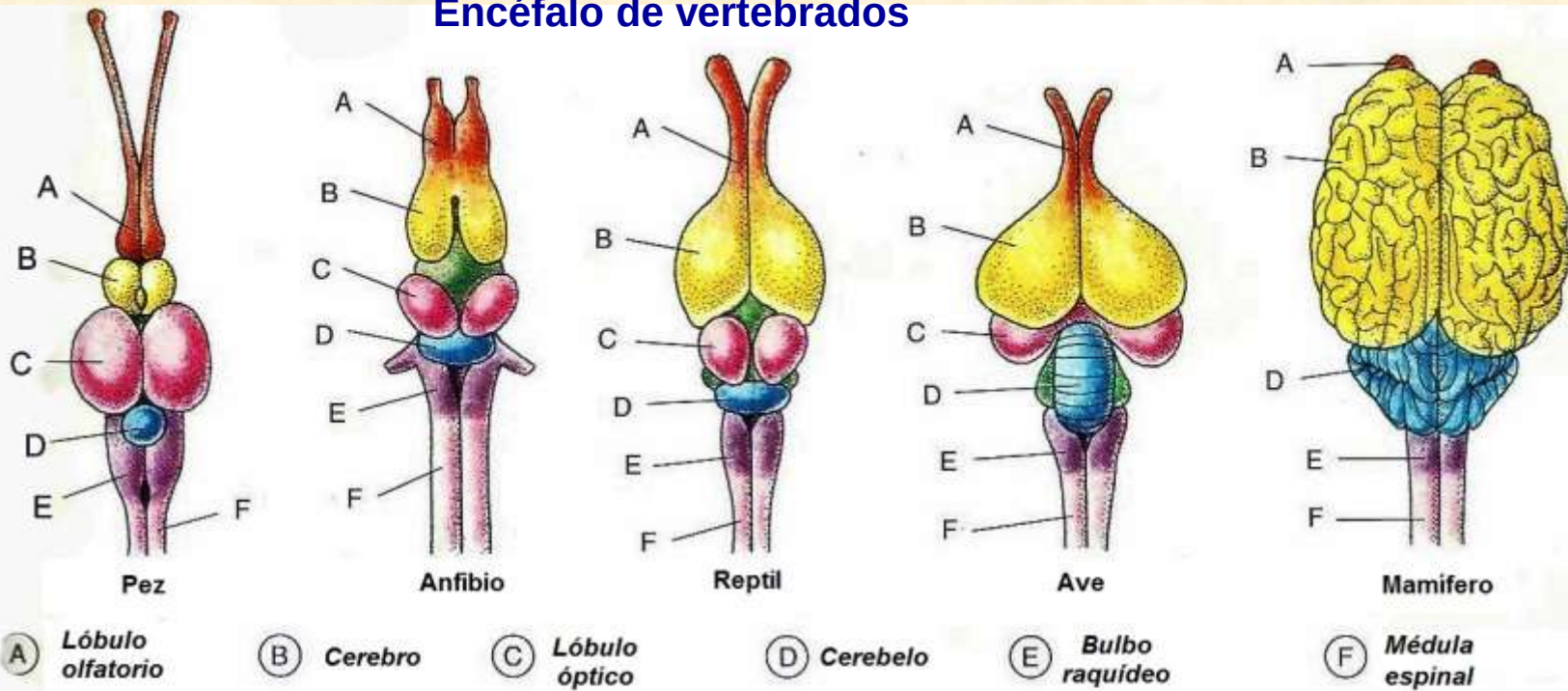
- **Peces:** carecen de hemisferios cerebrales.
- **Anfibios:** poseen dos hemisferios cerebrales poco desarrollados.
- **Reptiles:** el S.N. se perfecciona; existencia de 12 pares de nervios craneales.
- **Aves:** los hemisferios cerebrales son mayores que en los anteriores y satisfacen las necesidades de coordinación, aunque no poseen habilidades de aprendizaje.
- **Mamíferos:** el cerebro está bien desarrollado y dividido en dos hemisferios y con corteza cerebral.



Sistema nervioso en vertebrados

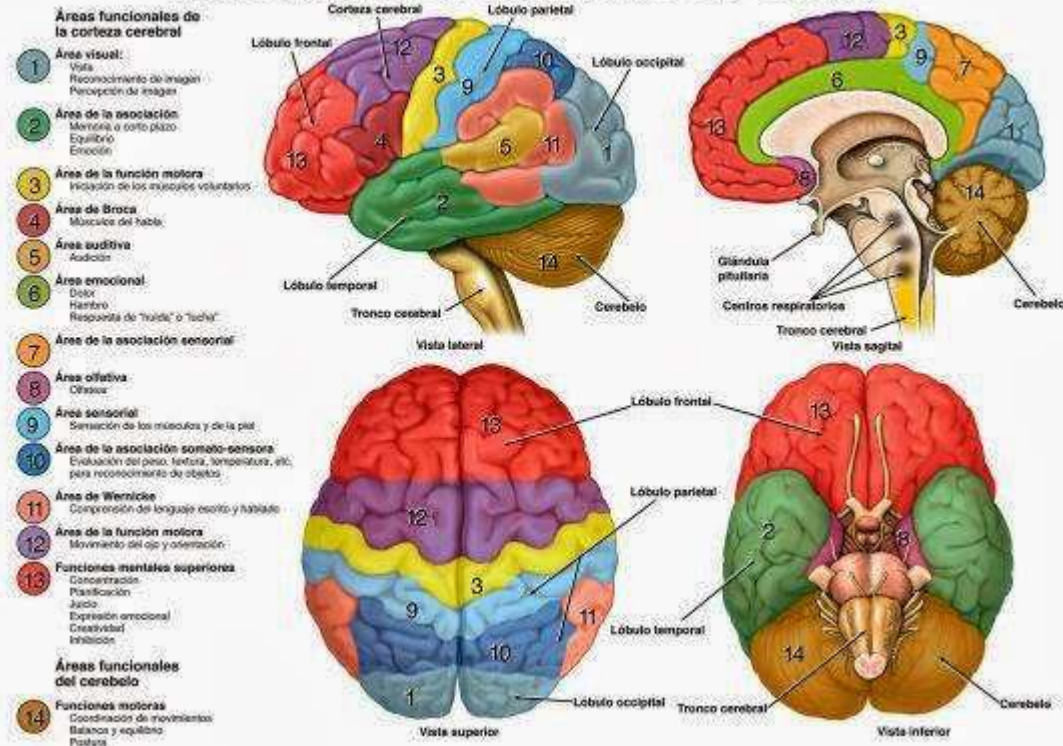


Encéfalo de vertebrados



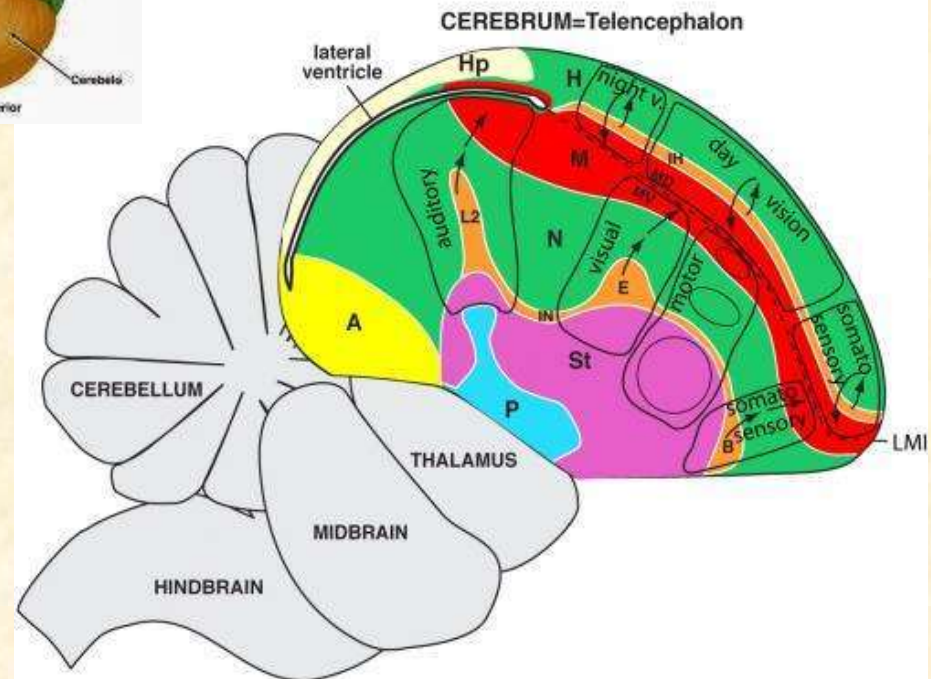
El tamaño del encéfalo guarda relación con el tamaño corporal, pero en mamíferos y aves la proporción es mayor. En peces osteictios y aves el mesencéfalo y cerebelo es mayor; en mamíferos y aves existe mayor desarrollo del prosencéfalo, aunque en estos dos se cree que la corteza cerebral ha tenido una evolución independiente.

Anatomía y áreas funcionales del cerebro

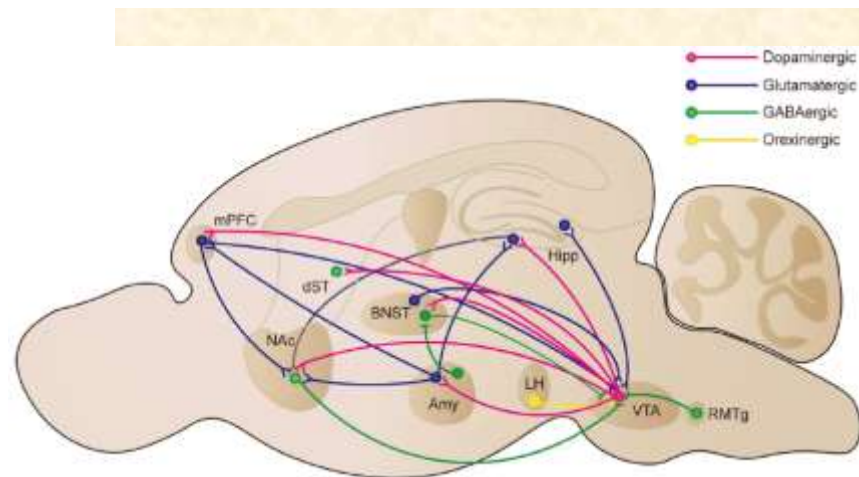
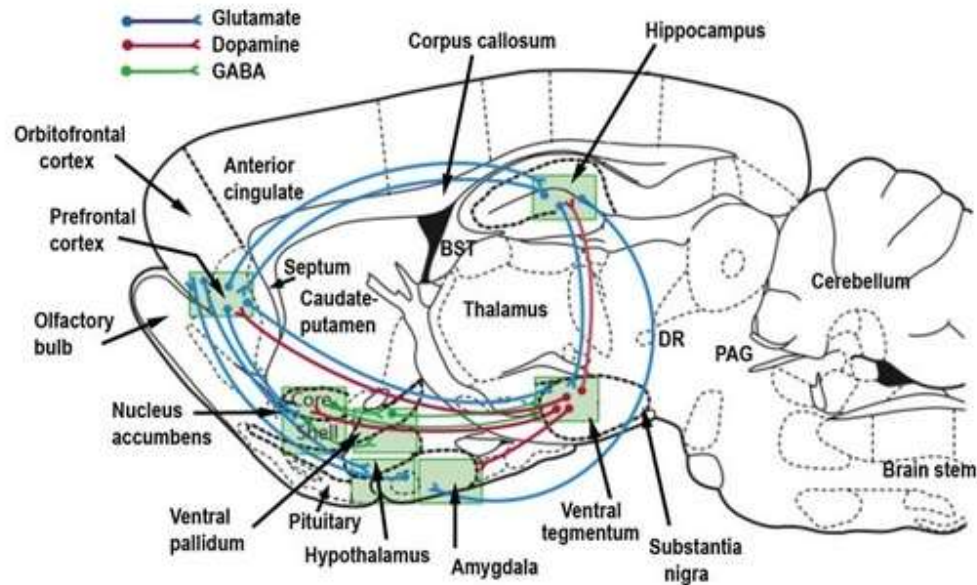
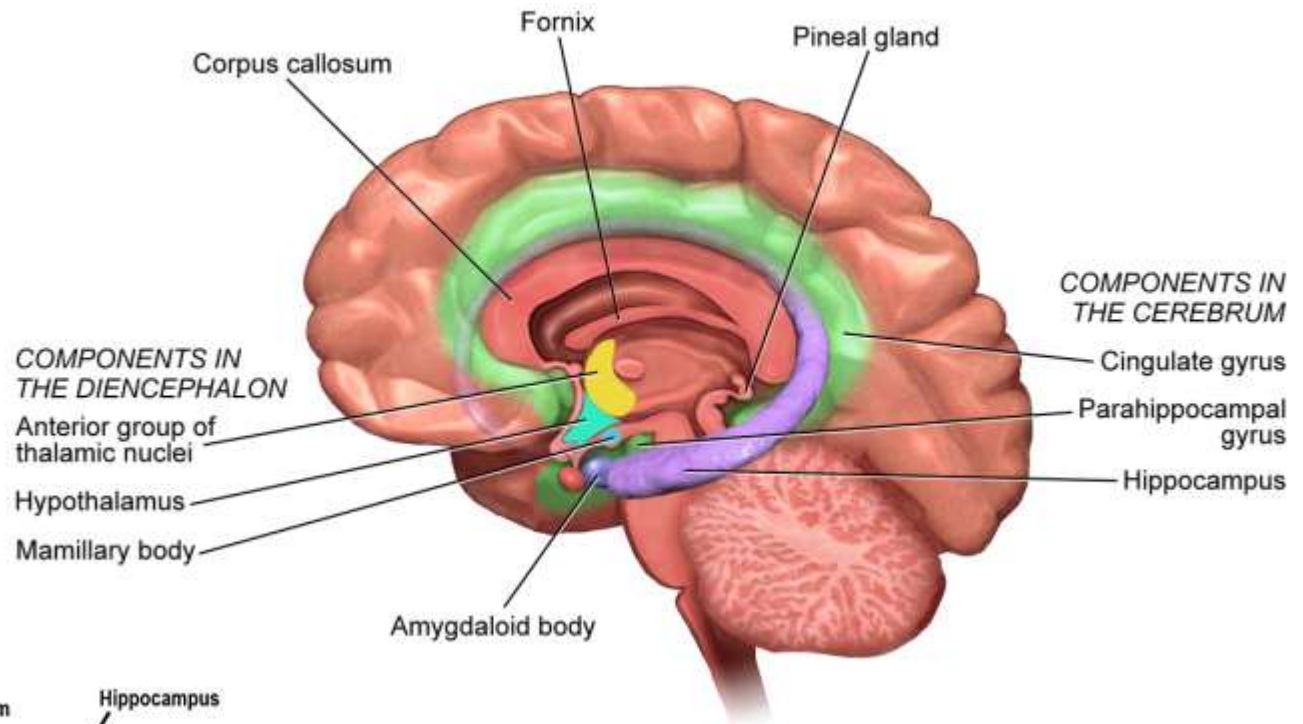


Humano

Aves



The Limbic System



Memoria y aprendizaje Invertebrados: Aplysia

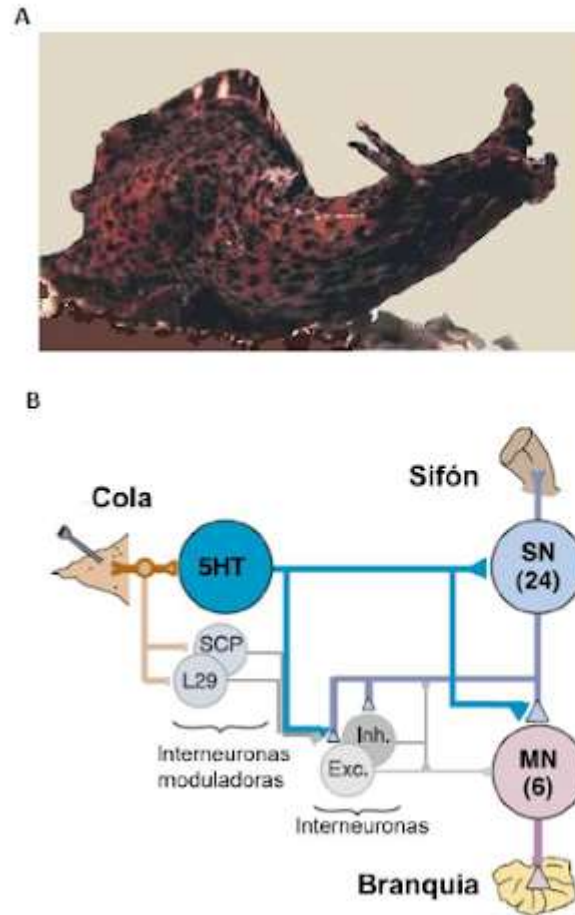
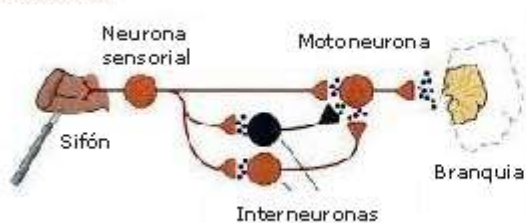


Figura 1:

A) *Aplysia californica* (crédito: [Byrne laboratory](#)).

B) Diagrama del circuito neuronal que subyace a la sensibilización del reflejo defensivo del caracol. Aunque hay más tipos, los 3 grupos de neuronas más importantes son las neuronas sensoriales (SN), que detectan el estímulo inocuo aplicado en el sifón. Las motoneuronas (MN) que ordenan el movimiento del reflejo para retraer la branquia, y las neuronas serotoninérgicas (5HT) que se activan por la descarga en la cola. Crédito: Kandel (2001).

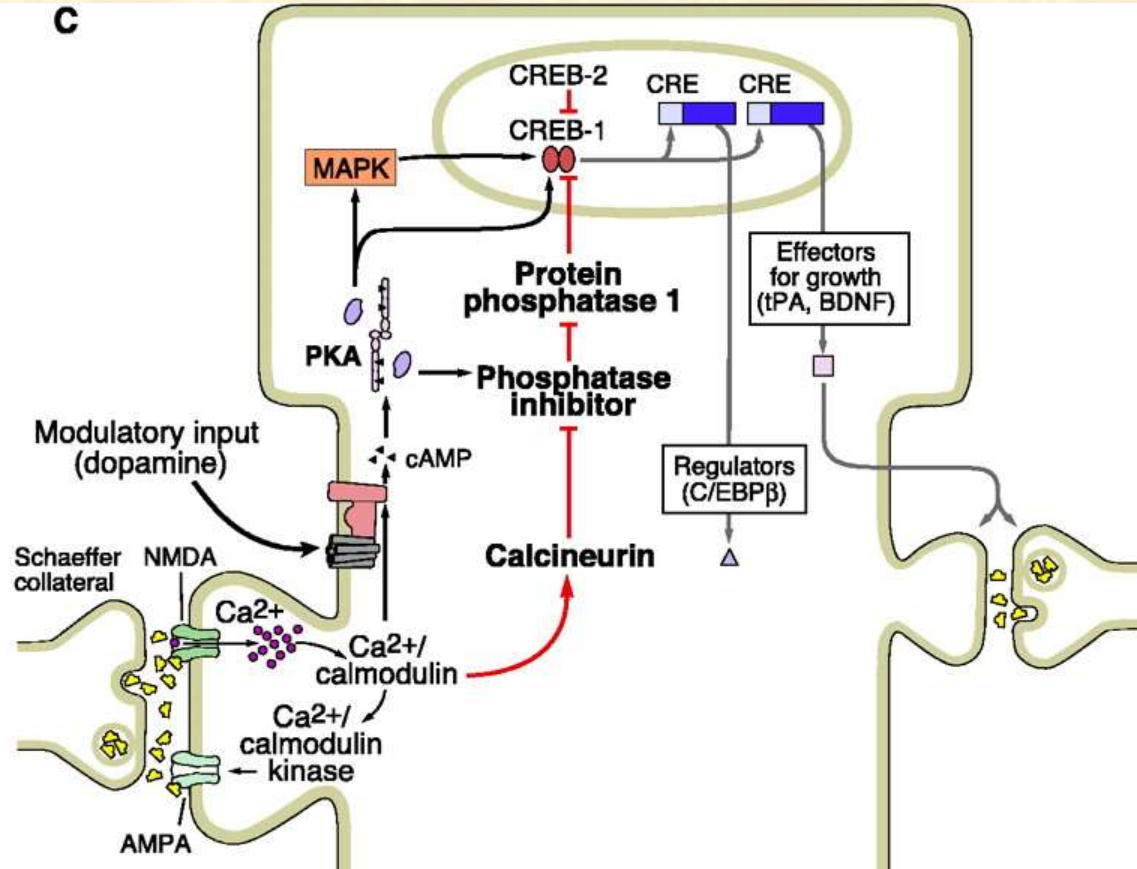
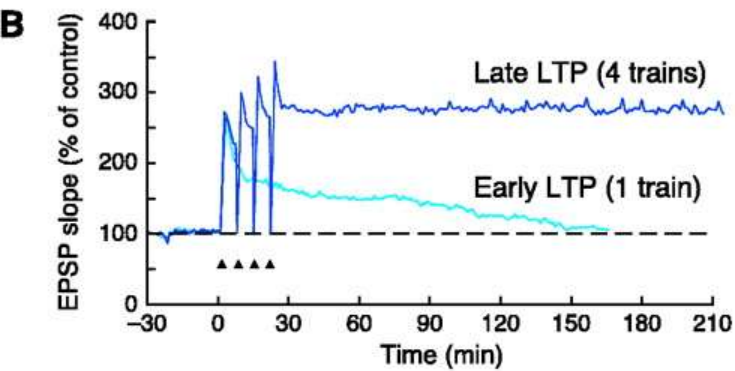
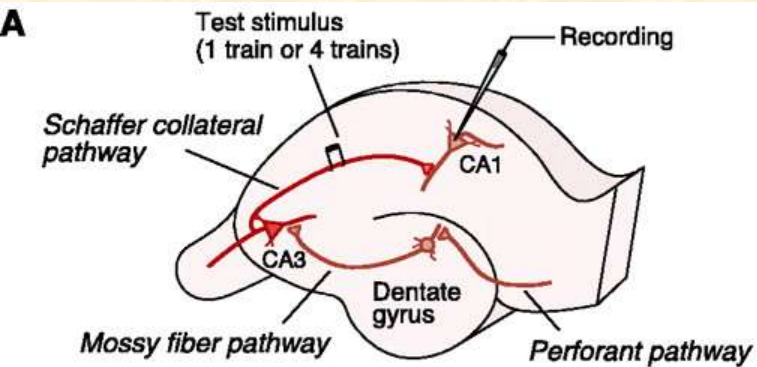
CONTROL



HABITUADO

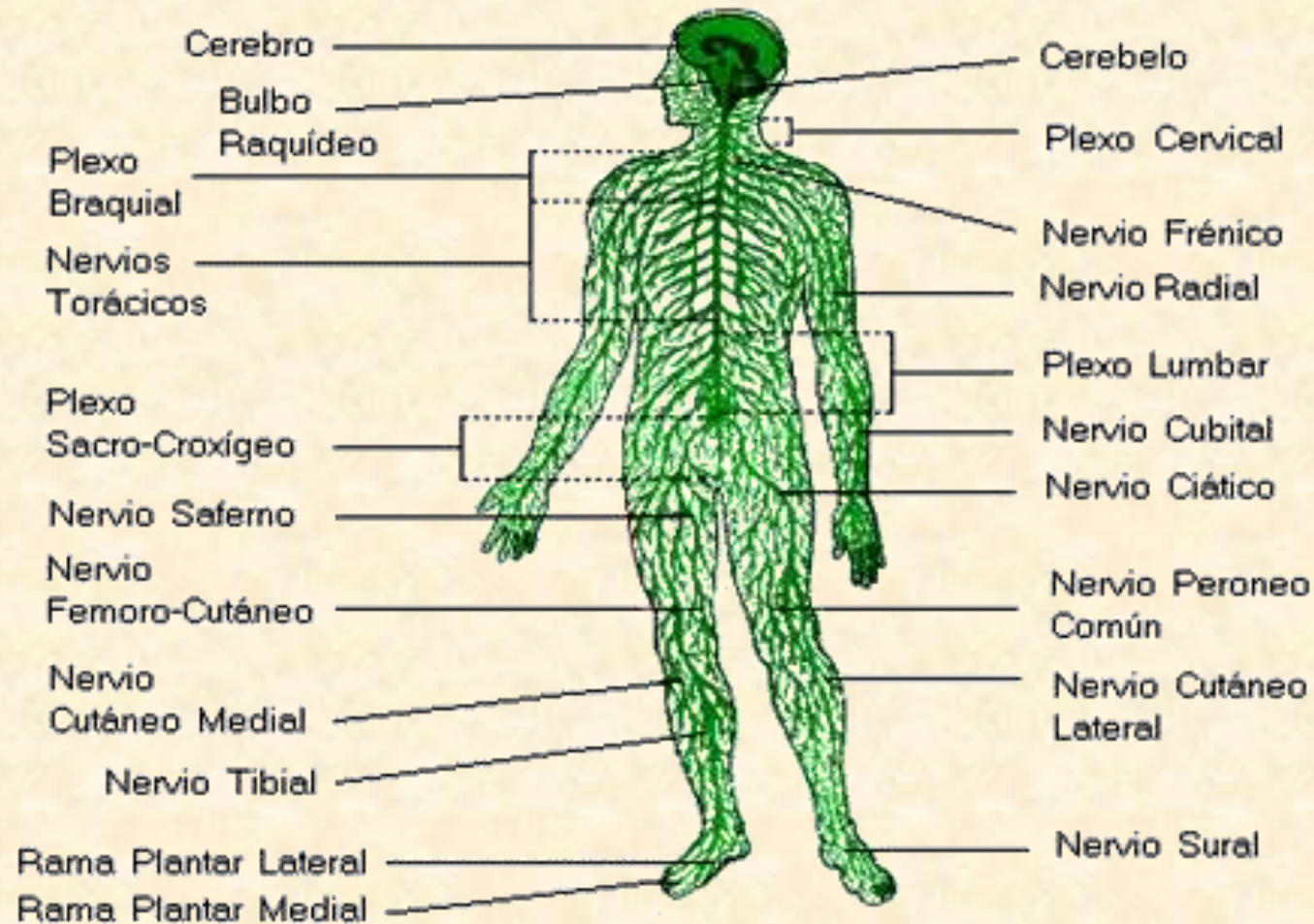


Potenciación de largo plazo en hipocampo

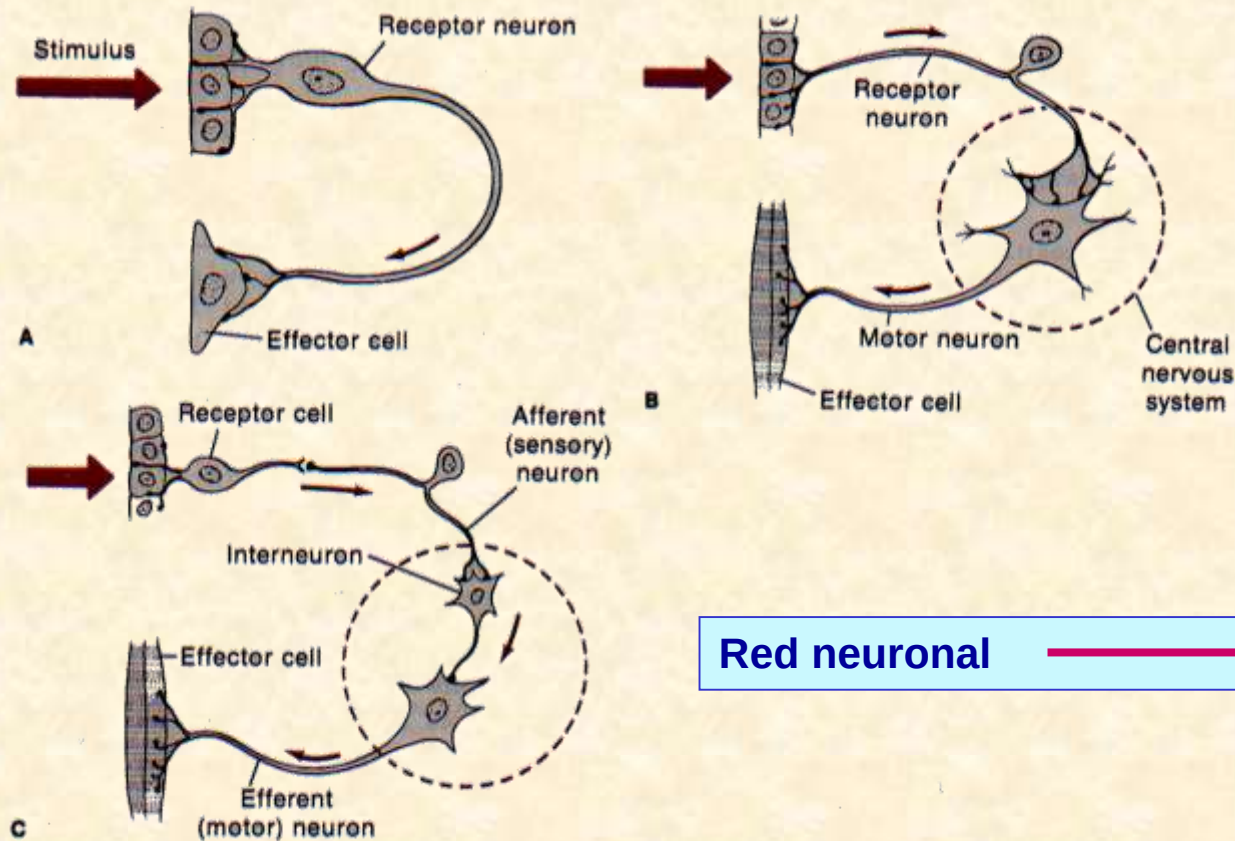


SISTEMA NERVIOSO PERIFERICO

- Formado por Nervios y ganglios
- Tiene división aferente y eferente
- Componentes somático y visceral (SNA autónomo)



Arco reflejo (red neuronal más sencilla)



Red neuronal → plasticidad

Animales primitivos> Receptores y efectores distribuidos por todo el cuerpo

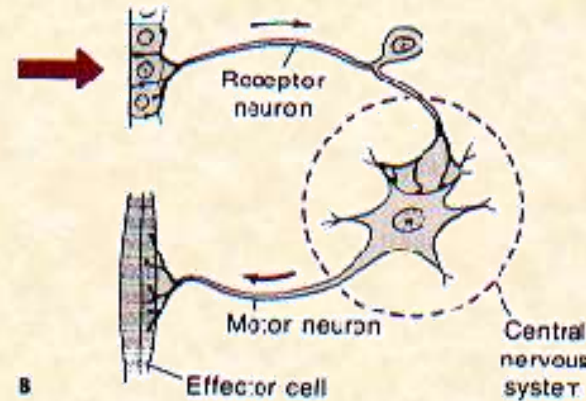
↓
Independencia (Ej, medusas e hidra)

ACTO REFLEJO

“Respuesta inmediata e involuntaria a un estímulo por medio de un arco reflejo”

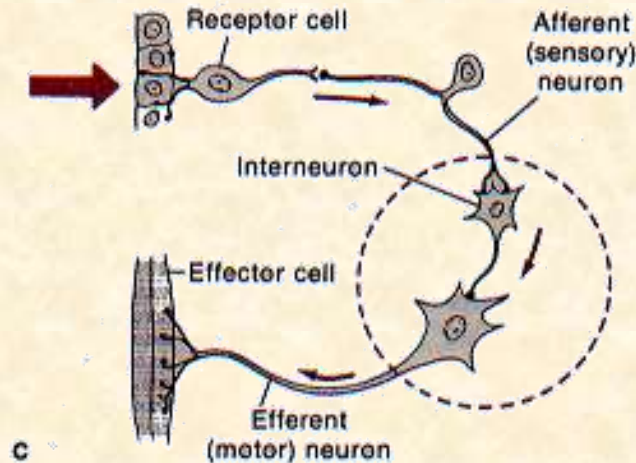
ARCO REFLEJO MONOSINÁPTICO

- Neurona sensorial
- Motoneurona
- Músculo efector



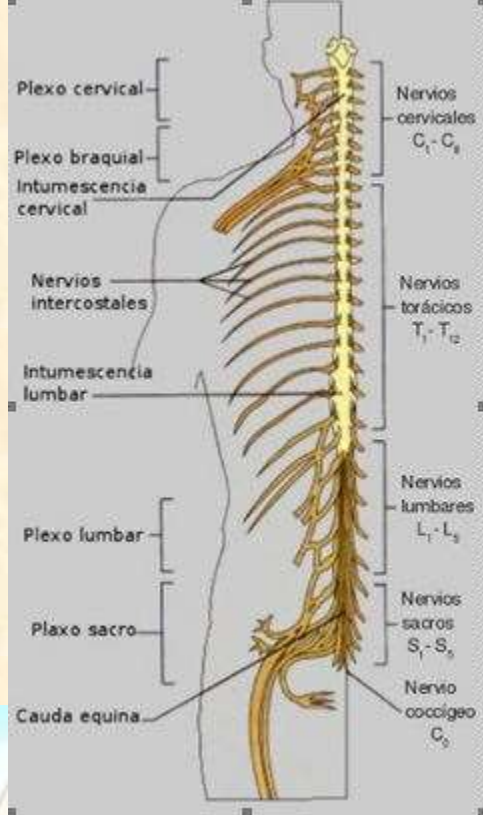
ARCO REFLEJO POLISINÁPTICO

- Neurona sensorial
- Interneurona(s)*
- Motoneurona
- Músculo efector

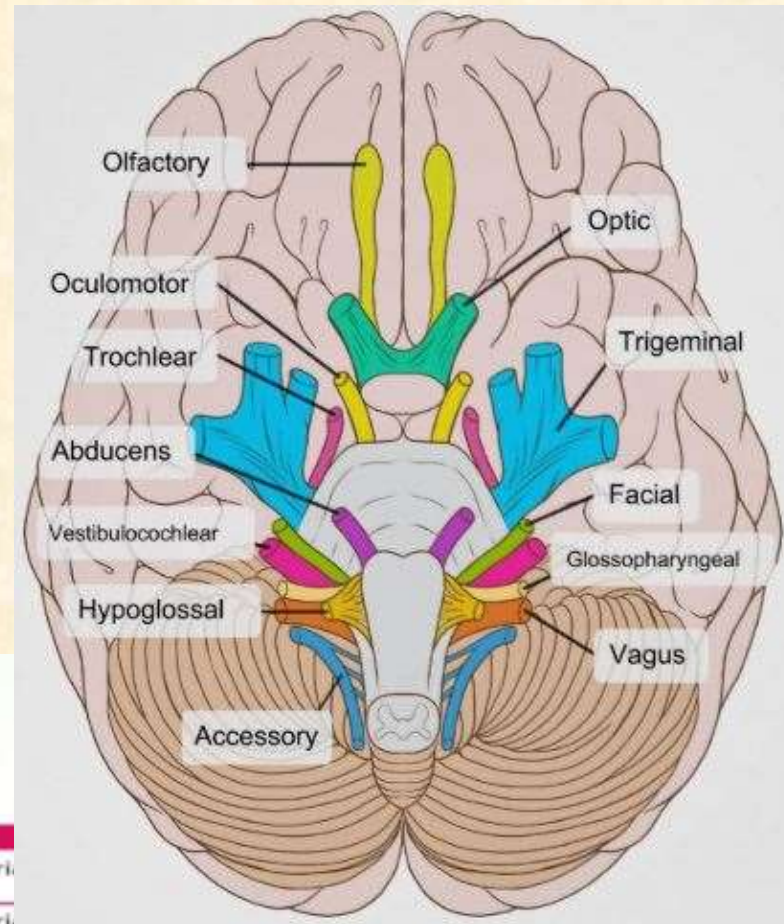


*La cantidad de interneuronas es mayor a medida que el animal es más complejo

Gran potencial de aprendizaje



SNP: Nervios espinales



SNP: Nervios craneales

Par	Nombre	Función	Tipo
I	Olfatorio	Transmite información desde la mucosa olfatoria al cerebro.	Sensorial
II	Óptico	Transmite información desde la retina a los centros visuales.	Sensorial
III	Motor ocular común	Movimientos del ojo, acomodación del cristalino y diámetro pupilar.	Motor
IV	Patético o troclear	Movimientos del ojo.	Motor
V	Trigémino	Sensaciones faciales, masticación.	Mixto
VI	Abductor o motor ocular externo	Movimientos del ojo.	Motor
VII	Facial	Expresión facial, salivación y gusto.	Mixto
VIII	Vestibulococlear	Equilibrio y audición.	Sensorial
IX	Glossofaríngeo	Deglución, salivación, gusto.	Mixto
X	Vago o neumogástrico	Sensación y control visceral.	Mixto
XI	Espinal	Movimientos de la cabeza.	Motor
XII	Hipogloso mayor	Movimientos de la lengua: fonación, deglución, masticación.	Motor

SISTEMA NERVIOSO AUTÓNOMO

Hipotálamo

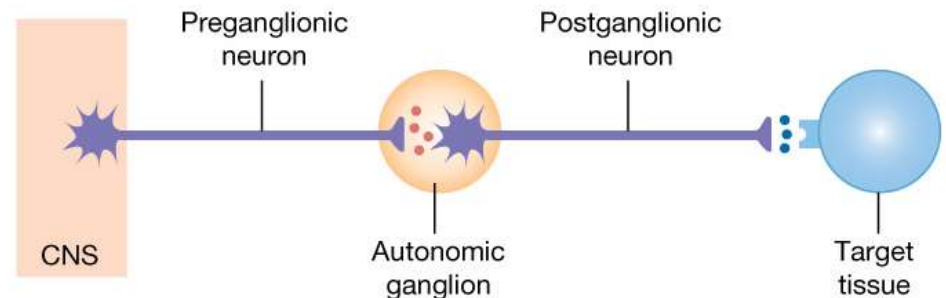
SNA

parasimpático

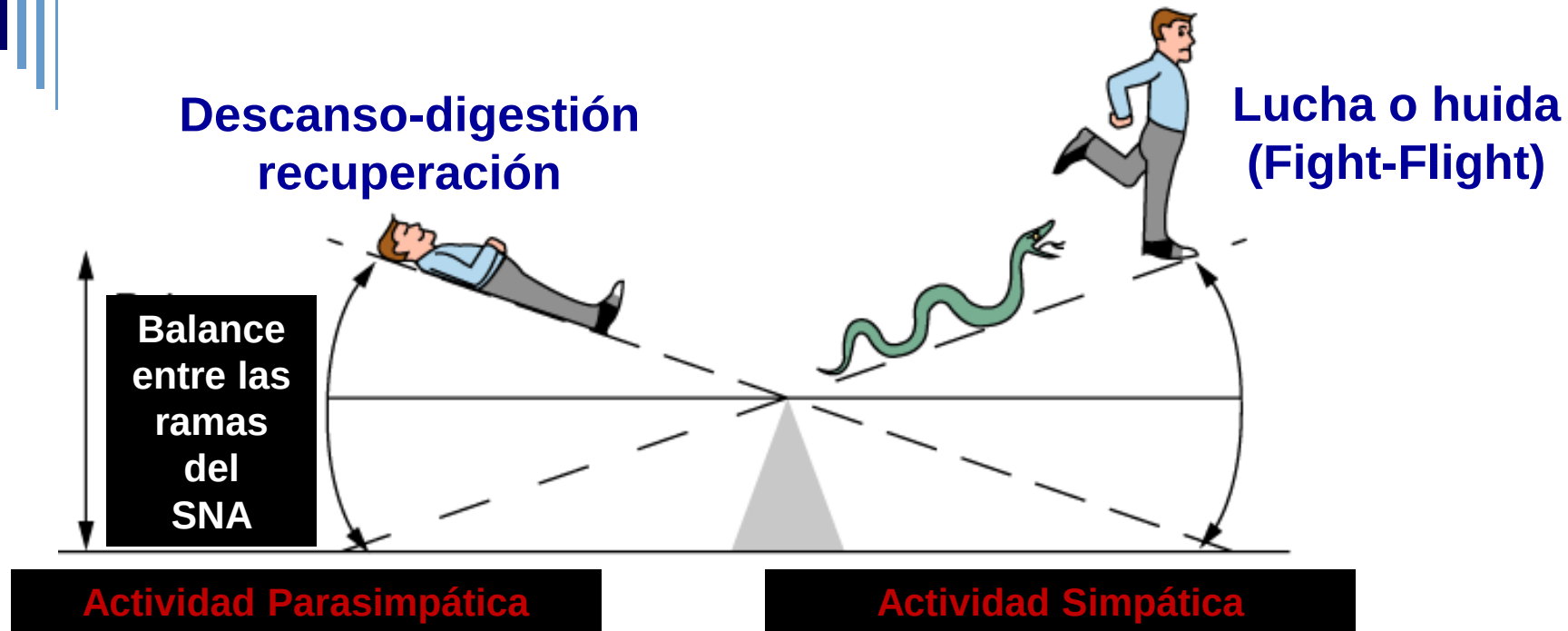
simpático

Conjunto de centros y de fibras que regulan la función visceral, o sea musculatura lisa, el músculo cardíaco y las glándulas, a través de reflejos autónomos y control por el SNC (como hipotálamo y sistema límbico).
Con los cuales tiende a mantener la homeostasis (temperatura, presión sanguínea, ingesta de agua,)

Autonomic pathways consist of two neurons that synapse in an autonomic ganglion.



Función:



Las respuestas del SNA se organizan en dos subsistemas:

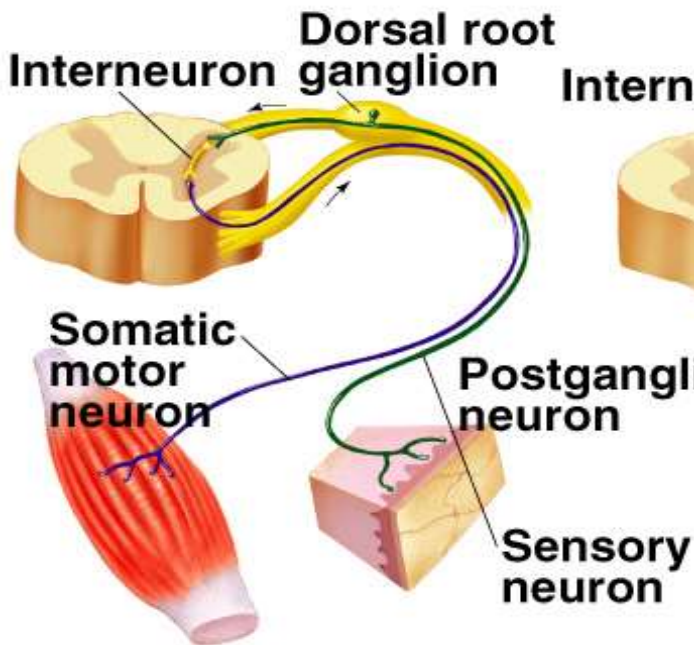
1.Simpático → tiende a activar: en situación de alerta, estrés, reacción ante peligro. Estimula gasto de energía (es catabólico). Implica activación de los sistemas cardiovascular, respiratorio y musculoesquelético.

2.Parasimpático → tiende a relajar: en digestión, reproducción, para recuperación. Almacena y conserva energía (es anabólico). Implica mayor actividad de los sistemas digestivo, reproductor, inmunitario.

Arcos reflejos

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

Somatic motor reflex



Autonomic motor reflex

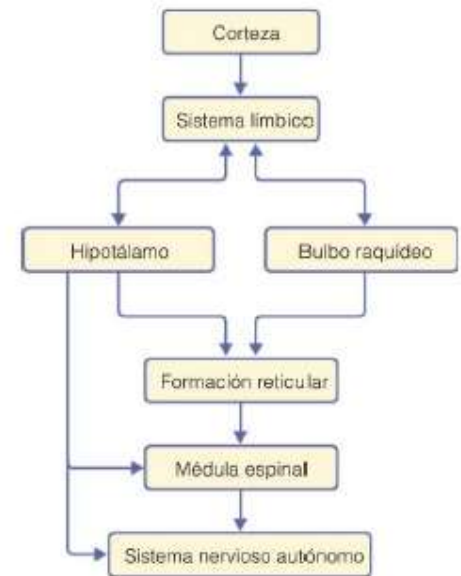
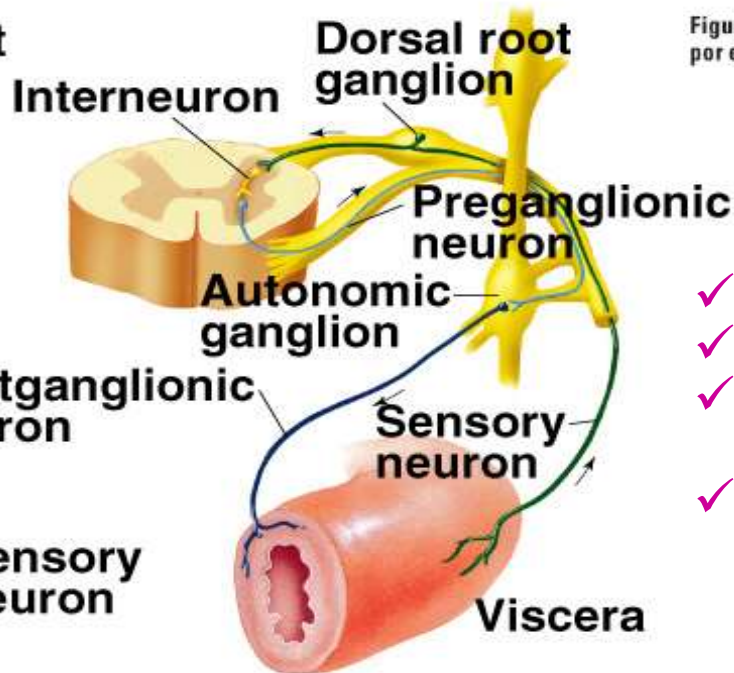


Figura 8.21. Regulación del sistema nervioso autónomo por el encéfalo.

- ✓ Control de la respiración
- ✓ Latido del corazón
- ✓ Diámetro de los vasos sanguíneos
- ✓ Secreción de las glándulas

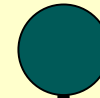
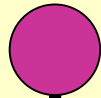
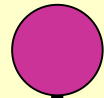
Neurotransmisión en las vías eferentes del SNA

SIMPATICO

PARASIMPATICO

SNC

N. Preganglionar



F. Preganglionares

ACh

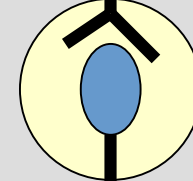
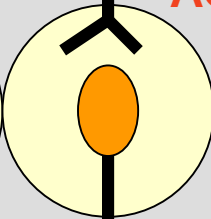
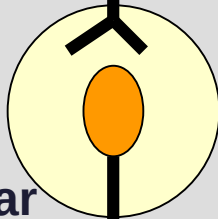
R. Nicotínico

ACh

R. Nicotínico

Ganglio

N. Postganglionar

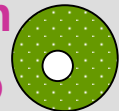


F. Postganglionar

Víscera

Piel:Glándula/M Liso ACh

R. Muscarínico



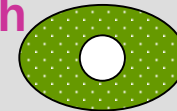
NA

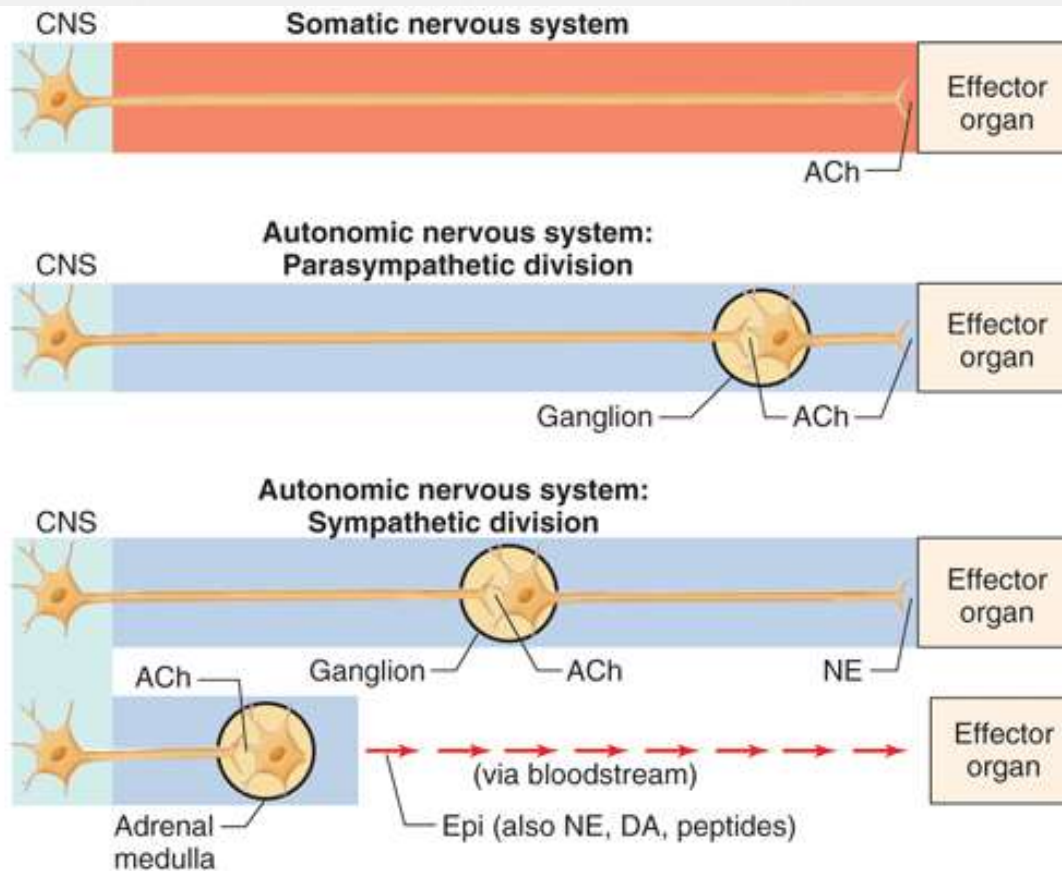
R. Adrenérgico



ACh

R. Muscarínico





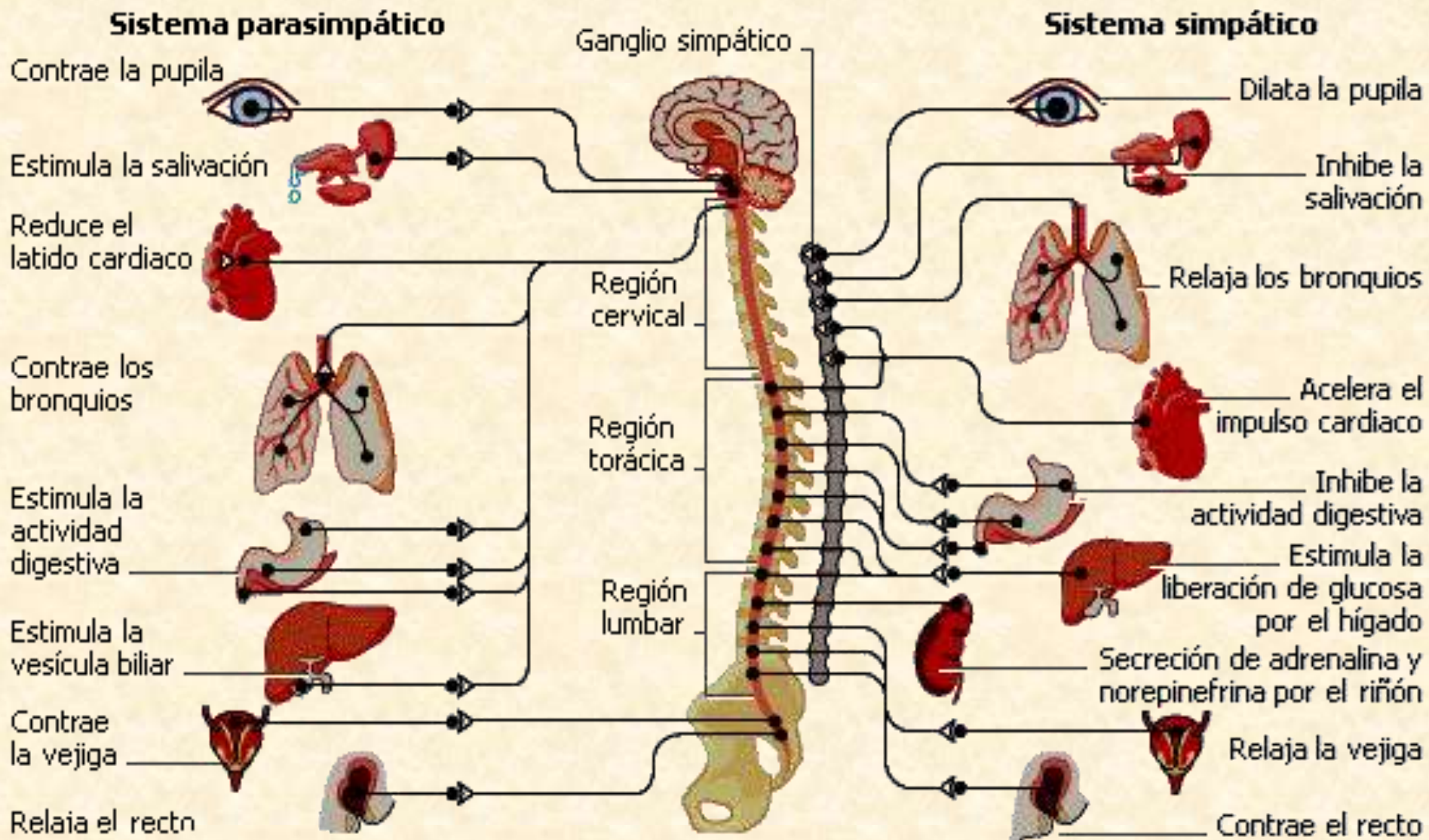
Source: Barrett KE, Barman SM, Boitano S, Brooks H: *Ganong's Review of Medical Physiology*.

23rd Edition: <http://www.accessmedicine.com>

Comparison of peripheral organization and transmitters released by somatomotor and autonomic nervous systems (NS). ACh, acetylcholine; DA, dopamine; NE, norepinephrine; Epi, epinephrine.

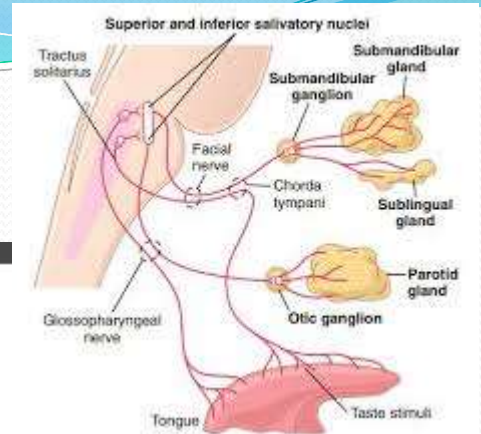
(From Widmaier EP, Raff H, Strang KT: *Vander's Human Physiology*. McGraw-Hill, 2008.)

Funciones del sistema autónomo



Control de la secreción exocrina

(estímulos mecánicos, nerviosos y químicos)



Secreción gástrica

