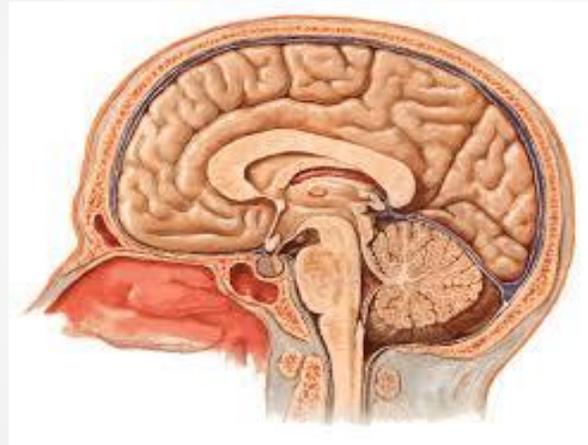




Unach
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
Libros por la Ciencia y el Saber

NEUROANATOMIA



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE PSICOLOGÍA CLÍNICA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

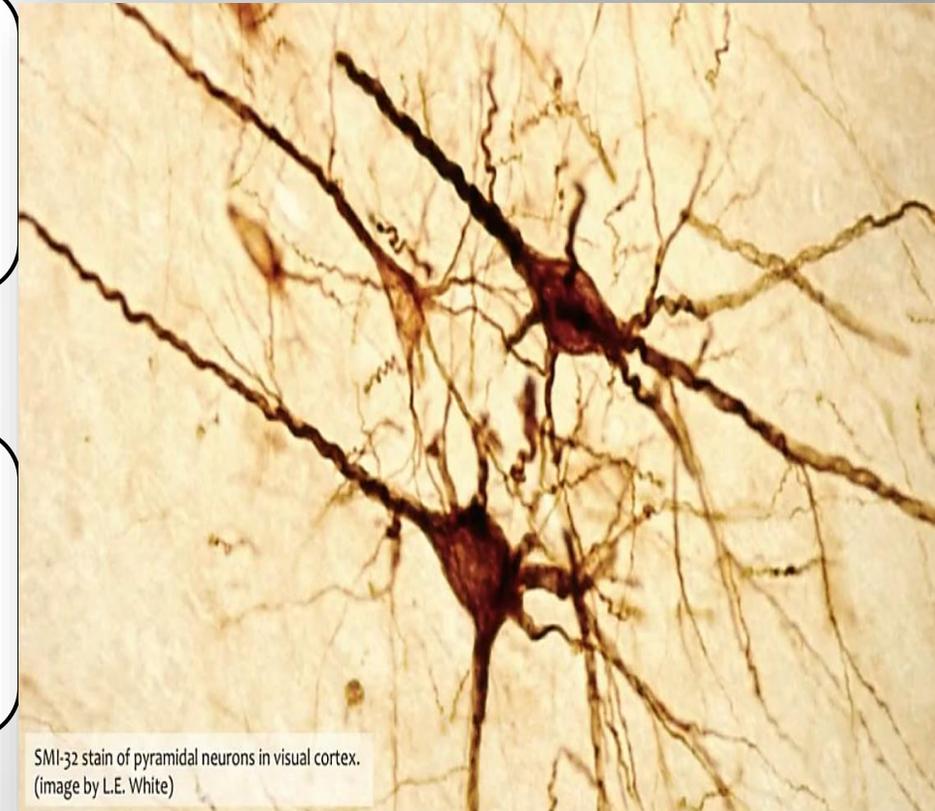
DOCENTE: Dr. Manuel Cañas Lucendo

2. NEURONA

Denominación que recibe la célula nerviosa con todas sus prolongaciones.

- Célula excitable especializada para la recepción de estímulos y la conducción del impulso nervioso

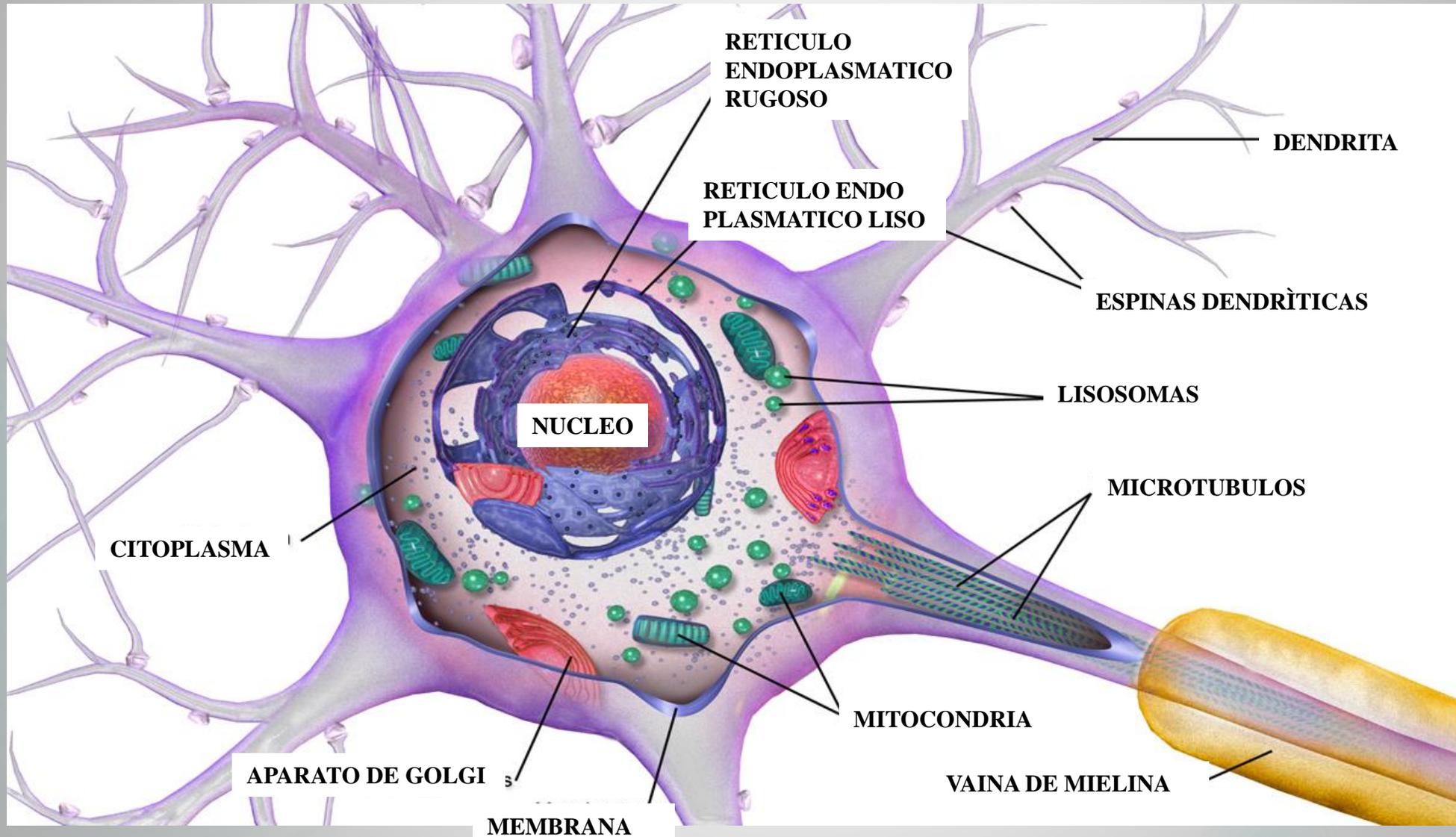
Es la unidad funcional del sistema nervioso pues sirve de eslabón comunicante entre receptores y efectores, a través de fibras nerviosas



SMI-32 stain of pyramidal neurons in visual cortex.
(image by L.E. White)

ESTRUCTURA DE UNA NEURONA

ANATOMIA INTERNA



UNIDAD FUNCIONAL: NEURONA . ANATOMIA INTERNA

<https://sketchfab.com/3d-models/centro-neurona-12adfb55b3394b15caaf7bef65caaf52d1>

RETÍCULO ENDOPLASMÁTICO

Sistema de membranas plegadas en el soma neuronal; las porciones rugosas (las que contienen ribosomas) intervienen en la síntesis de proteínas; las lisas en la síntesis de grasas.

CITOPLASMA

Fluido translucido en el Interior de la célula..

RIBOSOMAS

Estructuras celulares en las que se sintetizan las proteínas; se localizan en el retículo endoplásmico.

APARATO DE GOLGI

Sistema de membranas que empaqueta las moléculas en vesículas

NUCLEO

Estructura esférica localizada en el soma neuronal que contiene ADN.

MITOCONDRIA

Centros de liberación de energía aeróbica y proporcionan ATP para la síntesis de neurotransmisores.

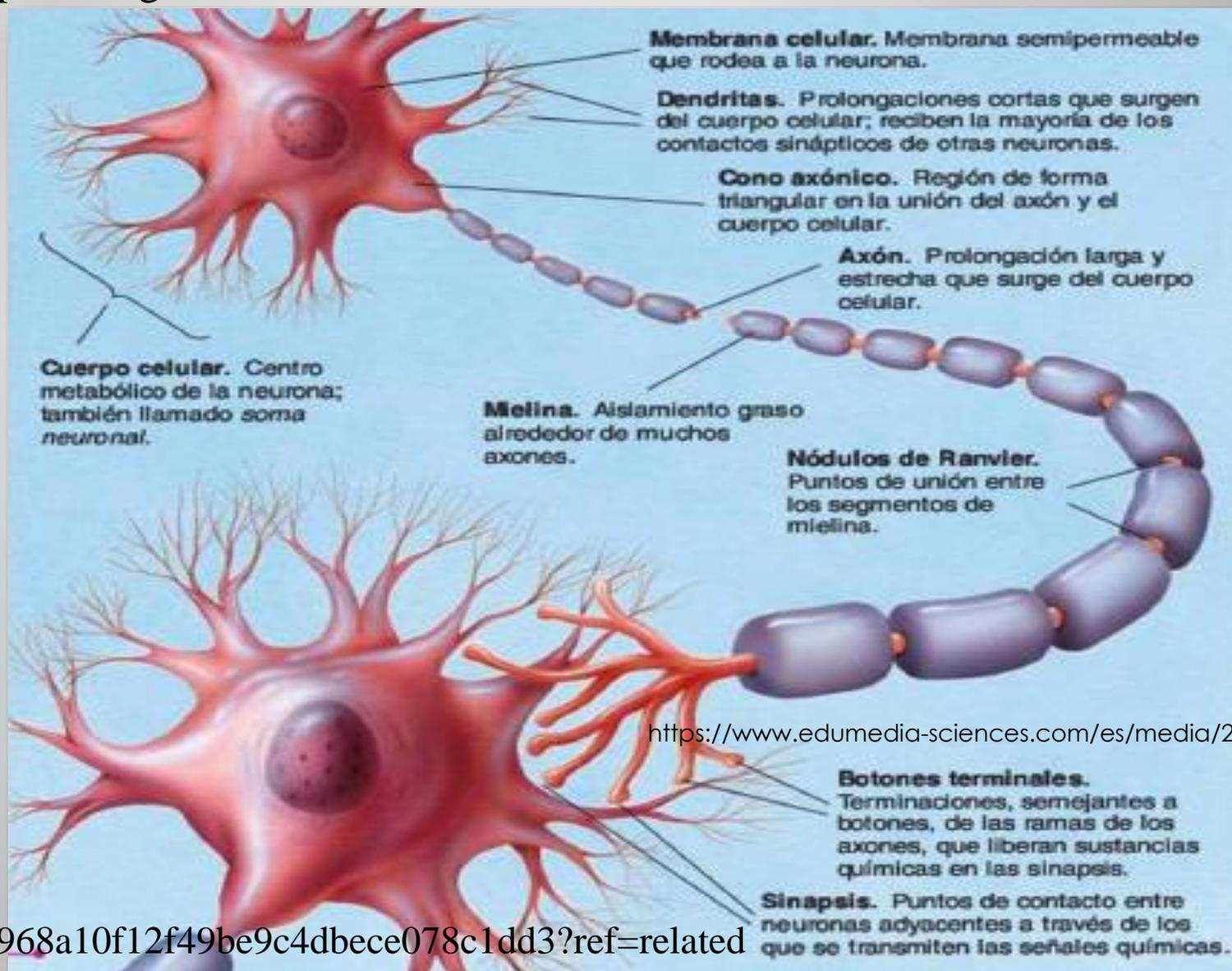
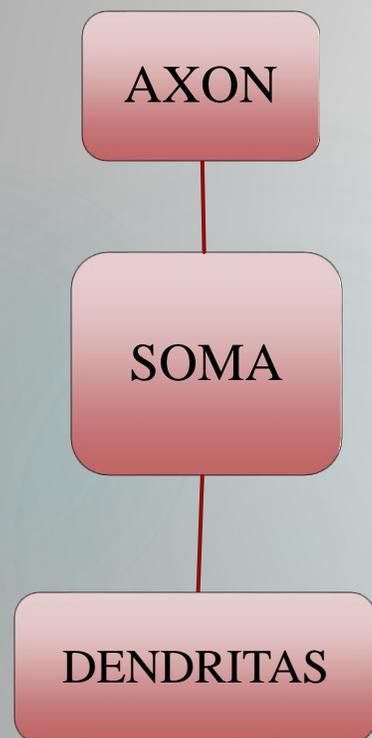


MICROTÚBULOS

Filamentos encargados del transporte rápido de material

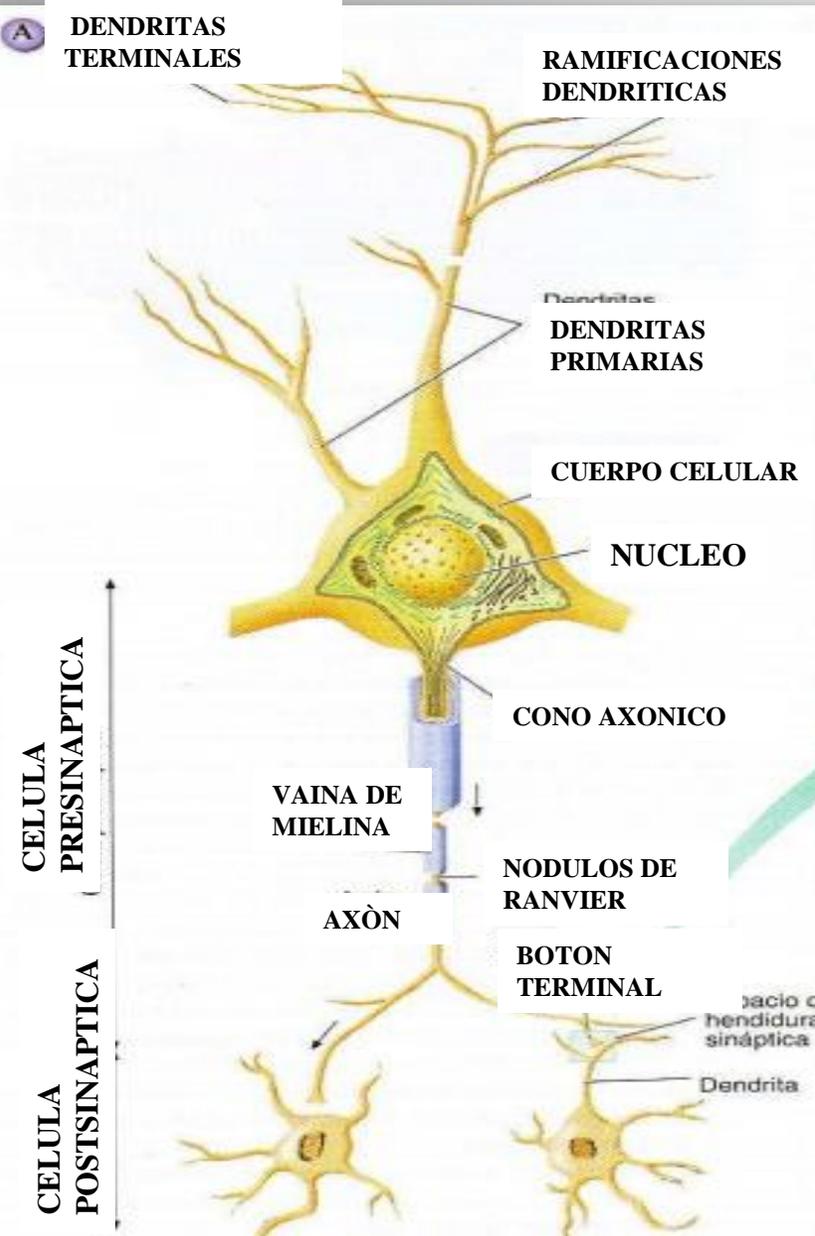
UNIDAD FUNCIONAL: NEURONA .ANATOMÍA EXTERNA

El SNC está compuesto por una gran cantidad de células nerviosas denominadas **neuronas**.



ESTRUCTURA DE UNA NEURONA

ANATOMIA EXTERNA



CUERPO CELULAR (SOMA)

- Es el centro metabólico donde se fabrican las moléculas encargadas de mantener la vida y las funciones de la célula nerviosa.
- Se encuentra el núcleo (ADN), se localizan los cromosomas y tienen lugar las síntesis de proteínas llevadas a cabo por un gran número de ribosomas.
- El tamaño del cuerpo celular de una neurona puede variar desde 5 μm a 153 μm de diámetro.

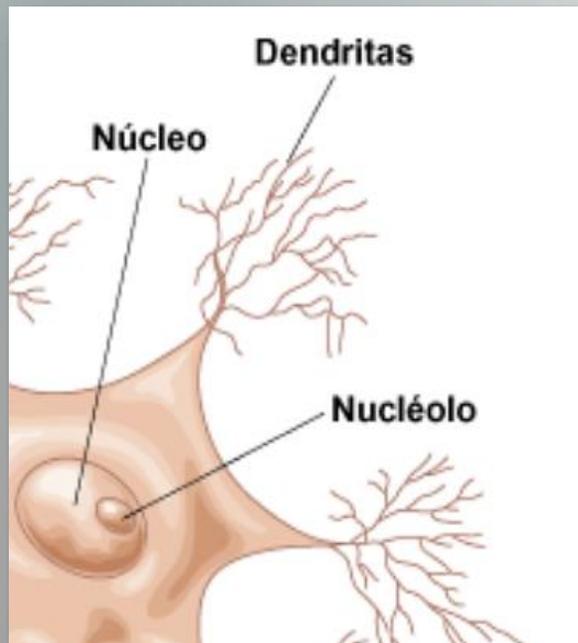
ESTRUCTURA DE UNA NEURONA

NEURITAS: DENDRITAS Y AXON

Las neuritas pueden extenderse más de 1 metro

DENDRITAS

Son prolongaciones del cuerpo celular o soma con forma de árbol que constituyen las principales áreas receptoras de la información que llega a la neurona.



DENDRITAS

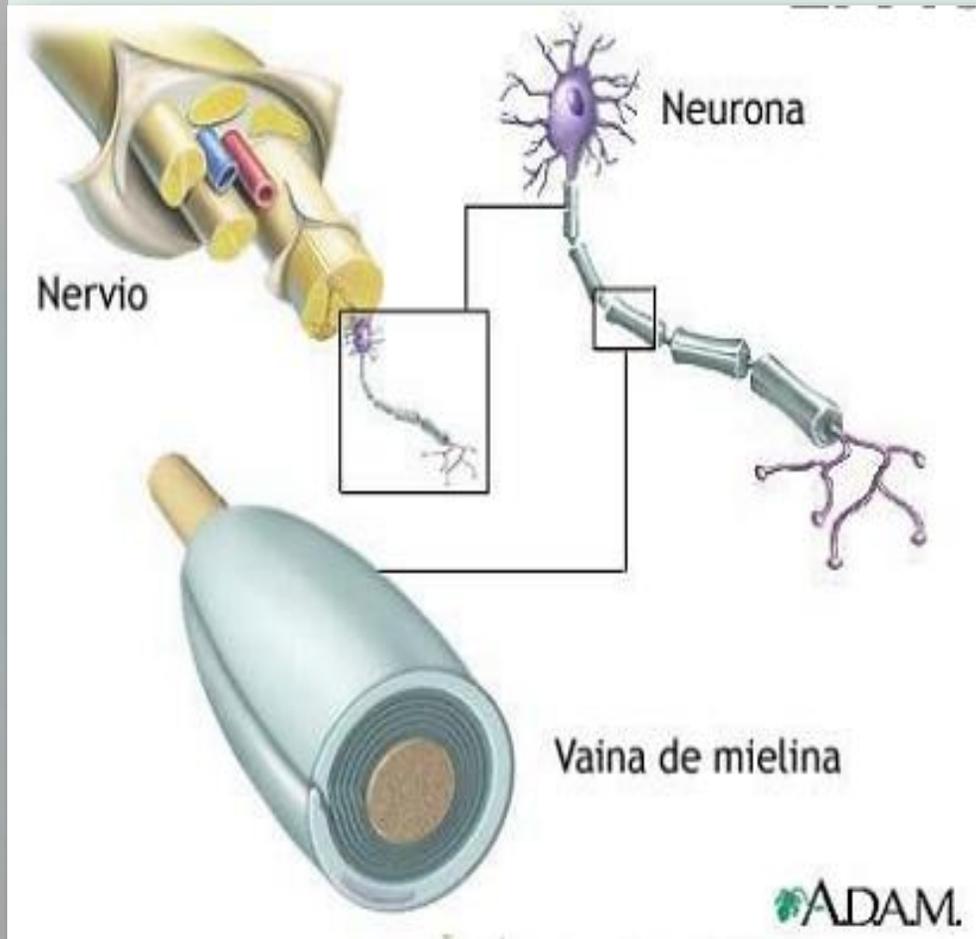
DENDRITAS PRIMARIAS: son varios troncos dendríticos que se ramifican para incrementar la superficie de recepción de la inf. y así poder establecer miles de sinapsis al mismo tiempo.

ESPINA DENDRÍTICA: protuberancias de las dendritas. Tanto la disposición y amplitud del árbol dendrítico es debida a factores ambientales, constituyendo un claro ejemplo de plasticidad neural.

ESTRUCTURA DE UNA NEURONA

AXON

Es la prolongación del cuerpo celular o soma a través del cual se conduce el impulso nervioso. Cada neurona tiene un solo axón, donde:



Contiene una **vaina de mielina** que lo protege e incrementa la velocidad de transmisión del impulso nervioso

La vaina de mielina está formada de células gliales que se enrollan alrededor del axón

Esta capa de Mielina está interrumpida a intervalos regulares.

Este espacio = **nódulos de Ranvier**

ESTRUCTURA DE UNA NEURONA

AXON

<https://wordwall.net/es/resource/23452435/presentacion-psicofisiologia>

-Se distinguen tres zonas:

CONO AXONICO

- Desarrolla una función integradora de la inf. que recibe la neurona

AXON

- Actúa de vía a través de la cual la inf. se propaga

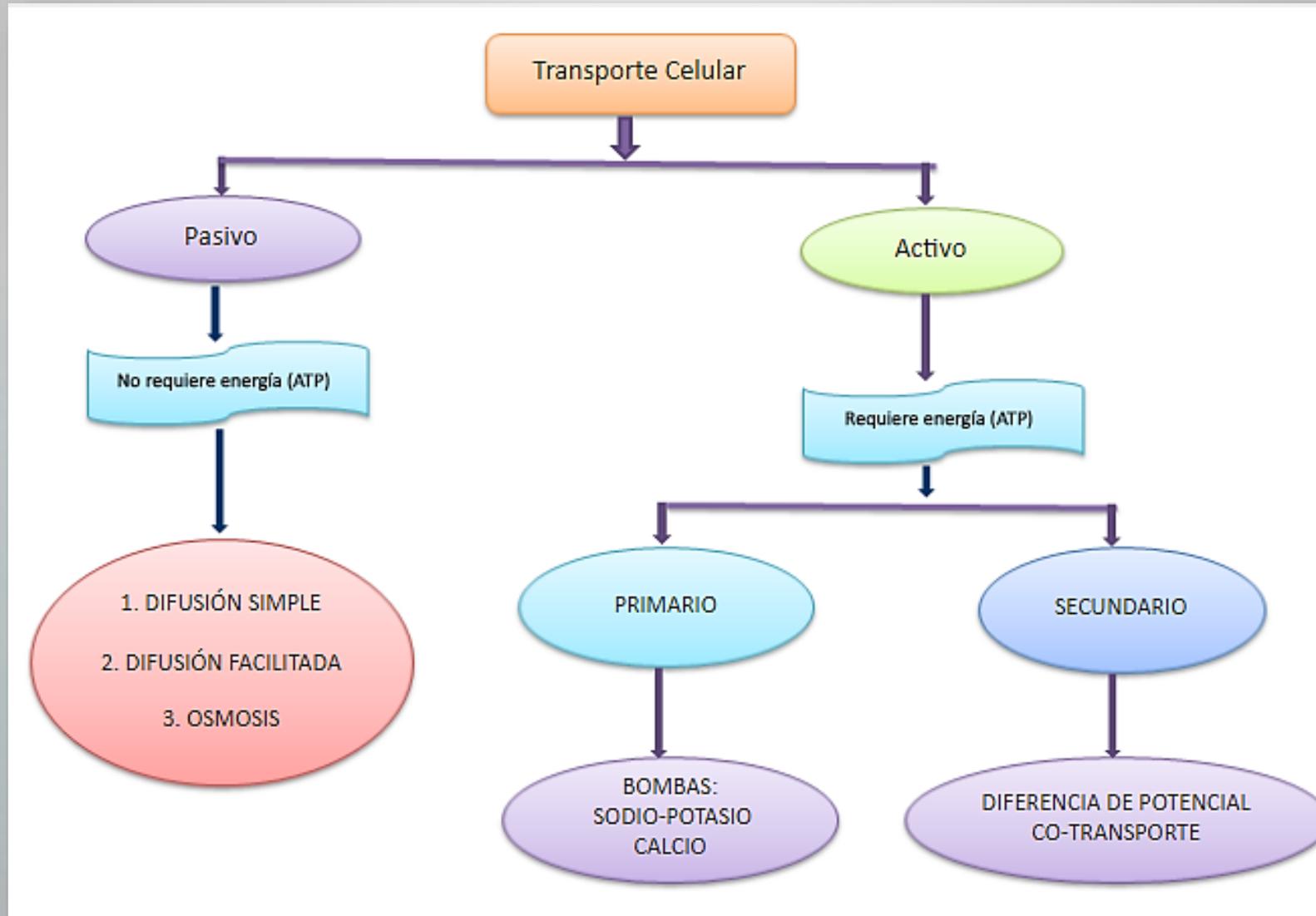
BOTON TERMINAL

- Elemento presináptico, pues a través de ellos el axón establece contacto con las dendritas o el soma de otra neurona,

<https://sketchfab.com/3d-models/transporte-axonico-2fb9ebce8d234b02bf2437c172916831>

ESTRUCTURA DE UNA NEURONA

SISTEMAS DE TRANSPORTE NEURONAL



SISTEMAS DE TRANSPORTE NEURONAL

TRANSPORTE PASIVO

Intercambio simple de moléculas a través de la membrana plasmática, durante el cual no hay gasto de energía que aporta la célula, debido a que va a favor del **gradiente de concentración**=

Cambio de un medio de mayor concentración (**medio hipertónico**) a otro de menor concentración (un **medio hipotónico**).

SISTEMAS DE TRANSPORTE NEURONAL

TRANSPORTE ACTIVO

Consiste en el transporte de sustancias **en contra de un gradiente de concentración** (*gradiente químico*) o en contra un gradiente eléctrico de presión (*gradiente electroquímico*), es decir, es el paso de sustancias desde un medio poco concentrado a un medio muy concentrado

Se requiere un gasto energético. Para desplazar estas sustancias contra corriente es necesario el aporte de energía procedente del **ATP** (trifosfato de adenosina, suministrado por las mitocondrias).

Los sistemas de transporte activo están basados en proteínas transportadoras.

Transporte activo 1º: Bomba de sodio y potasio

Transporte activo 2º: Bomba de calcio

TRANSPORTE AXOPLASMÁTICO

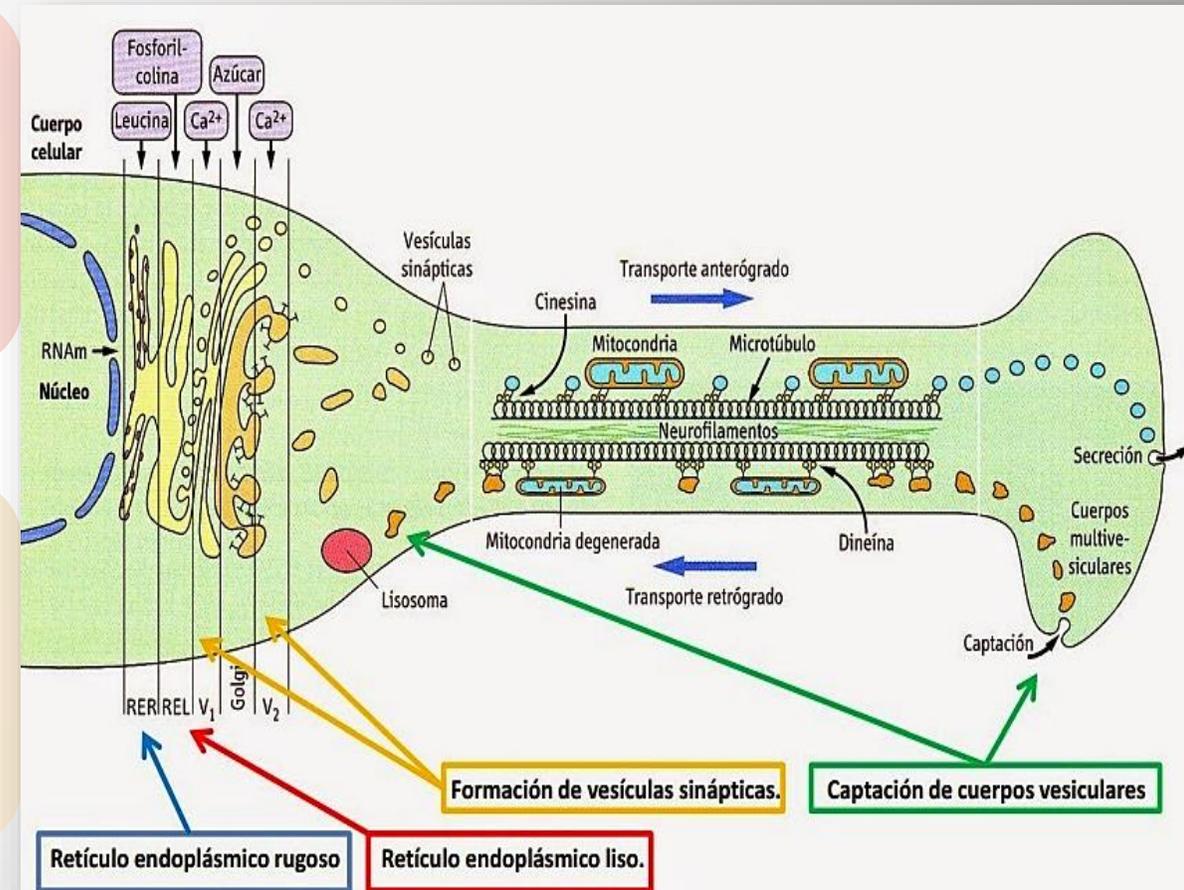
El transporte axónico es realizado por los microtúbulos con ayuda de los microfilamentos

Transporte anterógrado:

- Si se realiza desde el soma hasta el terminal para traspasar la información a otras células. Proteína (quinesina)

Transporte retrogrado:

- Cuando va desde el terminal hasta el soma principalmente para eliminar los desechos del terminal presináptico. Proteína (dineína).

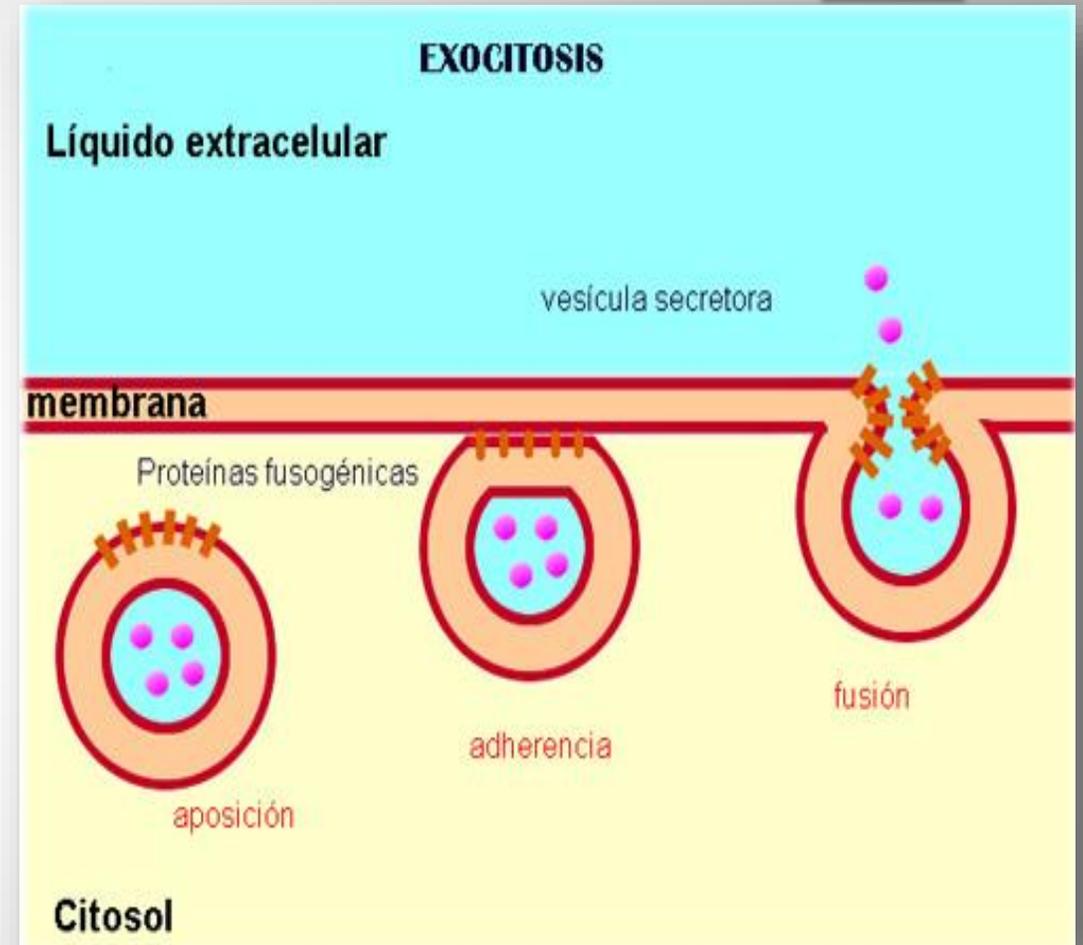


TRANSPORTE DE MACROMOLECULAS

EXOCITOSIS

Es el proceso celular por el cual las **vesículas** situadas en el citoplasma se fusionan con la *membrana citoplasmática*, liberando su contenido.

También interviene la exocitosis en la secreción de un neurotransmisor al espacio sináptico, para posibilitar la propagación del impulso nervioso entre neuronas

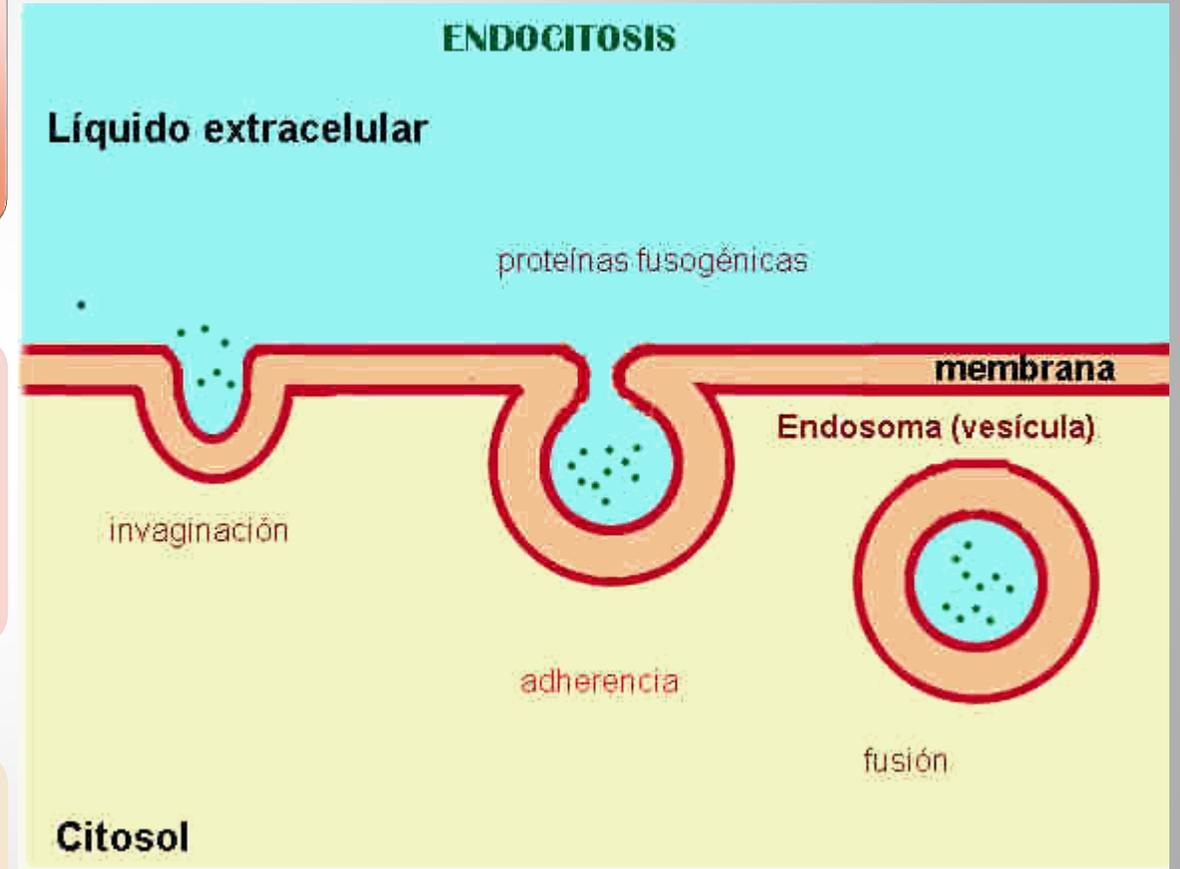


TRANSPORTE DE MACROMOLECULAS

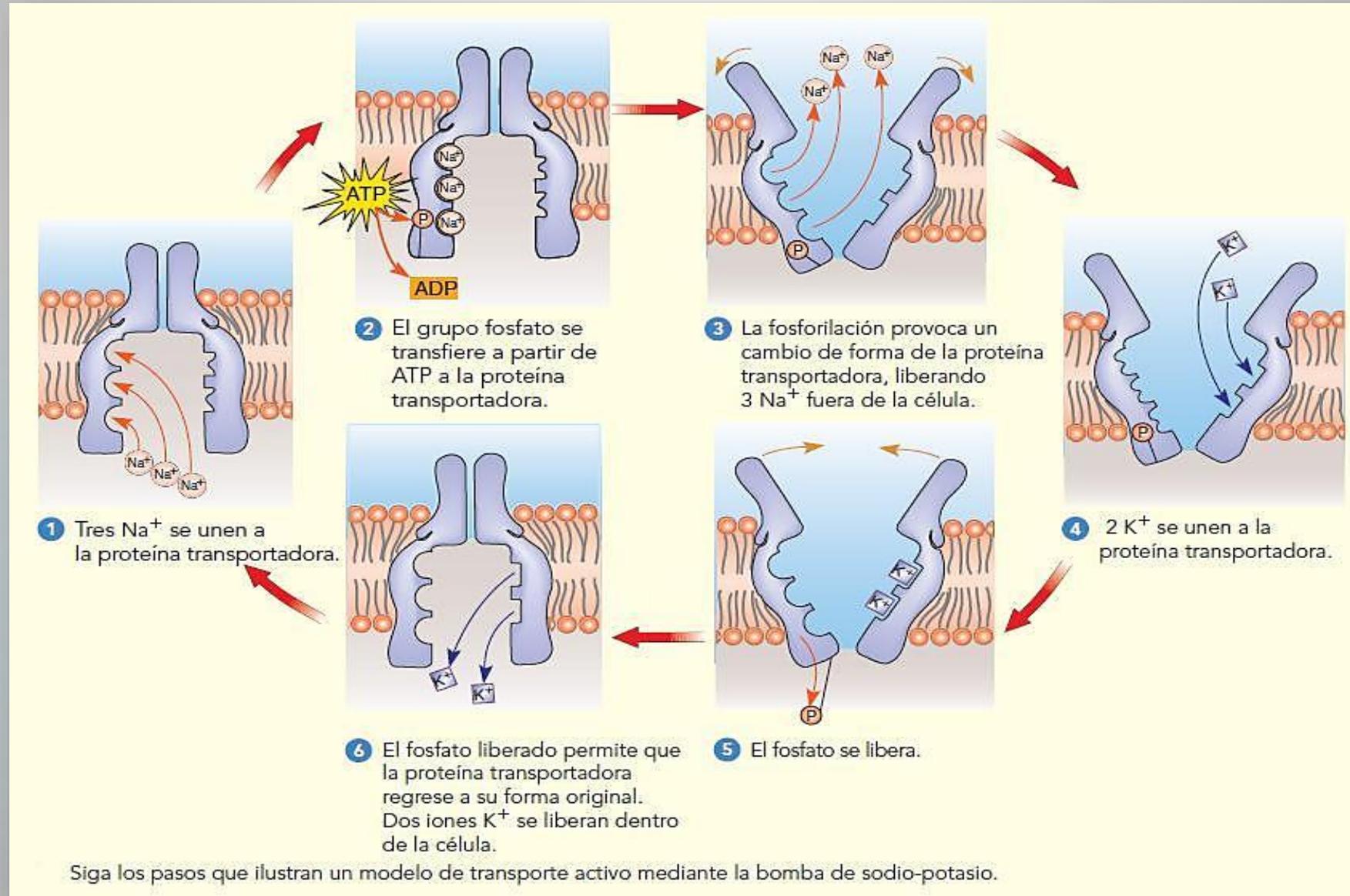
ENDOCITOSIS

Proceso celular por el que la macromolécula se engloba en una **invaginación** de su membrana citoplasmática, formando una **vesícula** que luego se desprende de la pared celular e incorpora al citoplasma

Esta vesícula luego se fusiona con un lisosoma que realizará la digestión del contenido vesicular.



TRANSPORTE ACTIVO: BOMBA DE SODIO Y POTASIO



2.1. TIPOS DE NEURONA

SEGÙN SU FUNCIÒN

NEURONAS SENSORIALES

- Captan la informaci3n del entorno recibida a trav9s de los 3rganos sensoriales y la conducen al SNC

NEURONAS MOTORAS

- Sus axones parten desde el SNC y llegan hasta los m9sculos con los que hacen sinapsis para ordenar el movimiento.

INTERNEURONAS O NEURONAS DE CIRCUITO LOCAL:

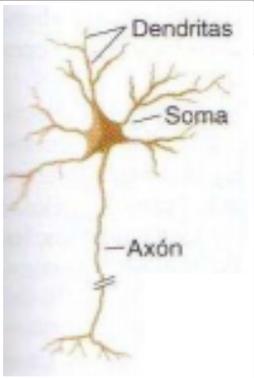
- Procesan informaci3n localmente, es decir, sus prolongaciones no salen de la c9lula o estructura de la que forman parte.

NEURONAS DE PROYECCI3N:

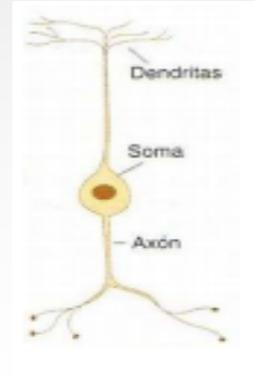
- Transmiten la informaci3n de un lugar a otro del SNC. Sus prolongaciones se agrupan formando v9as que permiten la comunicaci3n entre diferentes estructuras.

2.1. TIPOS DE NEURONA

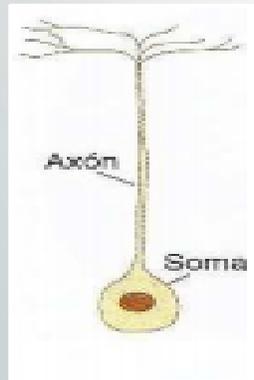
SEGÚN LA DISPOSICIÓN DE SUS PROLONGACIONES



N. MULTIPOLARES. La más común. Además del axón emergen del soma varias ramificaciones dendríticas. Según la longitud del axón, se distinguen 2 multipolares:



N. BIPOLAR: Posee dos prolongaciones, un axón y una dendrita, que emergen de lugares opuestos del cuerpo celular. Son en su mayoría neuronas sensoriales. (células retinianas)



UNIPOLAR: pueden ser neuronas sensoriales. Poseen una sola prolongación que sale del soma (Ganglio de la raíz dorsal)

N. GOLGI TIPO 1.
Axón largo = moto neuronas



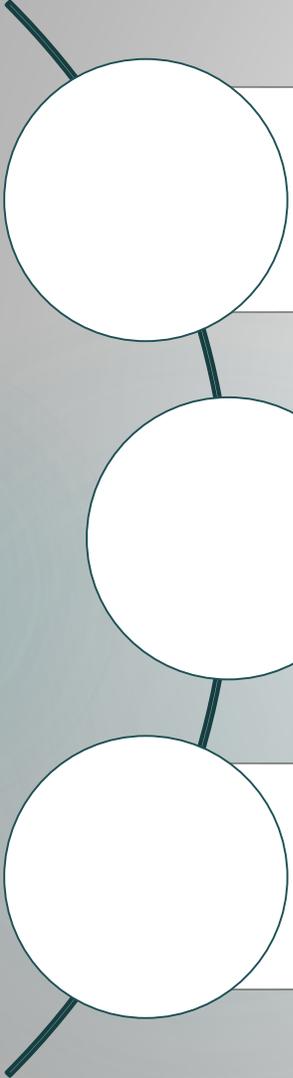
N. GOLGI TIPO 2:
Axón corto = interneuronas

UNIPOLAR: 1 sola prolongación



PSEUDOUNIPOLAR:
1 prolongación dividida en 2. (SNC, SNP)

2.2. NEUROGLÍA. CONCEPTO



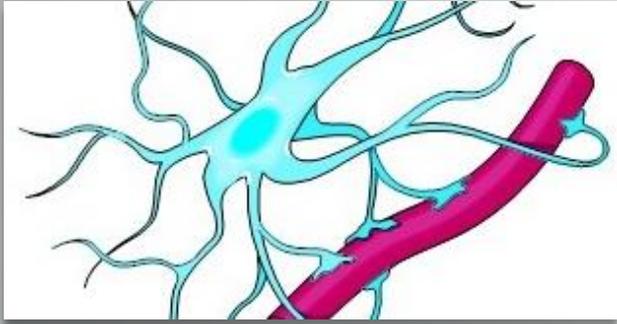
Las neuronas están sostenidas por variedades de células no excitables, denominadas en conjunto NEUROGLÍA (“pegamento nervioso”).

En comparación con las neuronas, las neuroglías conforman el mayor número de células del SNC, se estima que por cada 100 mil millones de neuronas existe aproximadamente un 1 billón de neuroglías.

Proporcionan a las neuronas protección física y química en relación con el resto del organismo (sujetan, suministran, aislan, limpian).

2.2. CLASIFICACIÓN DE LA NEUROGLIA

ASTROCITO



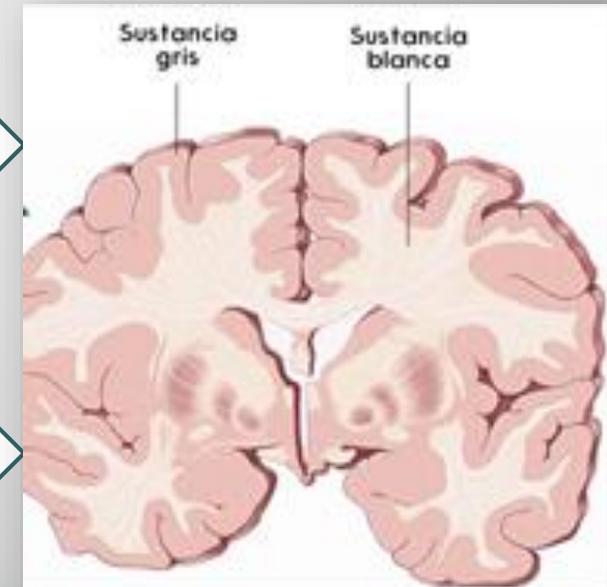
Tienen forma de estrella. Recaptación de los neurotransmisores. Regulación ambiente iónico. Guía para axones en crecimiento. *SNC*

FIBROSOS

- Se hallan principalmente en la sustancia blanca (prolongaciones largas, delgadas y poco ramificadas)

PROTOPLASMATICOS

- se hallan principalmente en la sustancia gris (prolongaciones cortas, gruesas y ramificadas)



2.2. CLASIFICACIÓN DE LA NEUROGLIA

FUNCIONES ASTROCITO

Forman una estructura de sostén para las células y fibras nerviosas

Al cubrir los contactos sinápticos entre neuronas pueden servir como aisladores eléctricos

Sirven de barreras para impedir la diseminación de los neurotransmisores en el espacio sináptico

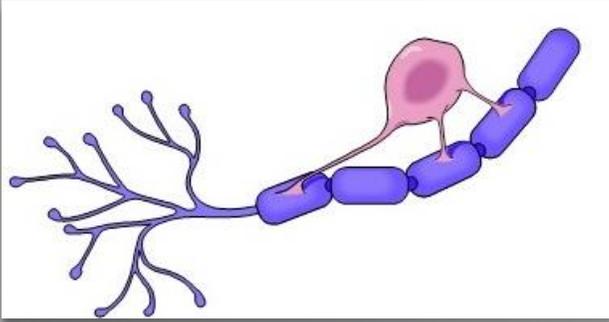
Pueden servir como **fagocitos** (engullen y digieren desechos; si la cantidad es grande, se dividen)

Gliosis de reemplazo= ocupan el lugar de neuronas que han muerto

Ayudan a controlar la composición química del fluido que rodea las neuronas

2.2. CLASIFICACIÓN DE LA NEUROGLIA

OLIGODENDROCITO



Se hallan solo en el SNC, alrededor de los cuerpos neuronales

- Las prolongaciones de un solo oligodendrocito forman las vainas de mielina de varias fibras nerviosas

FUNCIONES

Son responsables de la formación de la vaina de mielina de las fibras nerviosas del SNC

Formar varios segmentos intermodales de mielina en el mismo axón o en axones diferentes (mielinización).

2.2. CLASIFICACIÓN DE LA NEUROGLIA

CELULAS DE SCHWANN



En el SN periférico, las células de Schwann hacen las mismas funciones que los oligodendrocitos en el SNC.

- La vaina de mielina está dividida en segmentos, al igual que en el SNC; sin embargo, cada segmento consiste en una única célula de Schwann

FUNCIONES

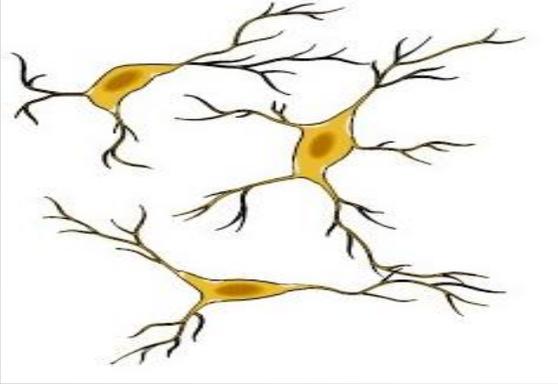
Si un nervio periférico es dañado, las células de Schwann ayudan a la digestión de los axones muertos.

Actúan como guías para que los axones vuelvan a crecer

Si alguno de estos brotes encuentra al cilindro formado por una célula de Schwann, rápidamente crece a través del tubo,

2.2. CLASIFICACIÓN DE LA NEUROGLIA

MICROGLIA



Son las células más pequeñas de la neuroglía

- Se hallan dispersas en todo el SNC
- Su número aumenta en presencia de tejido nervioso lesionado

FUNCIONES

Absorben los desechos celulares y desencadenan las respuestas inflamatorias.

Vigilancia inmunológica del *SNC*

En las lesiones inflamatorias y degenerativas del SNC retraen sus prolongaciones y emigran hacia el sitio de la lesión. Allí proliferan y son fagocíticas.

2.3. SINAPSIS

El sistema nervioso consiste en un gran número de neuronas vinculadas entre sí en forma de red.

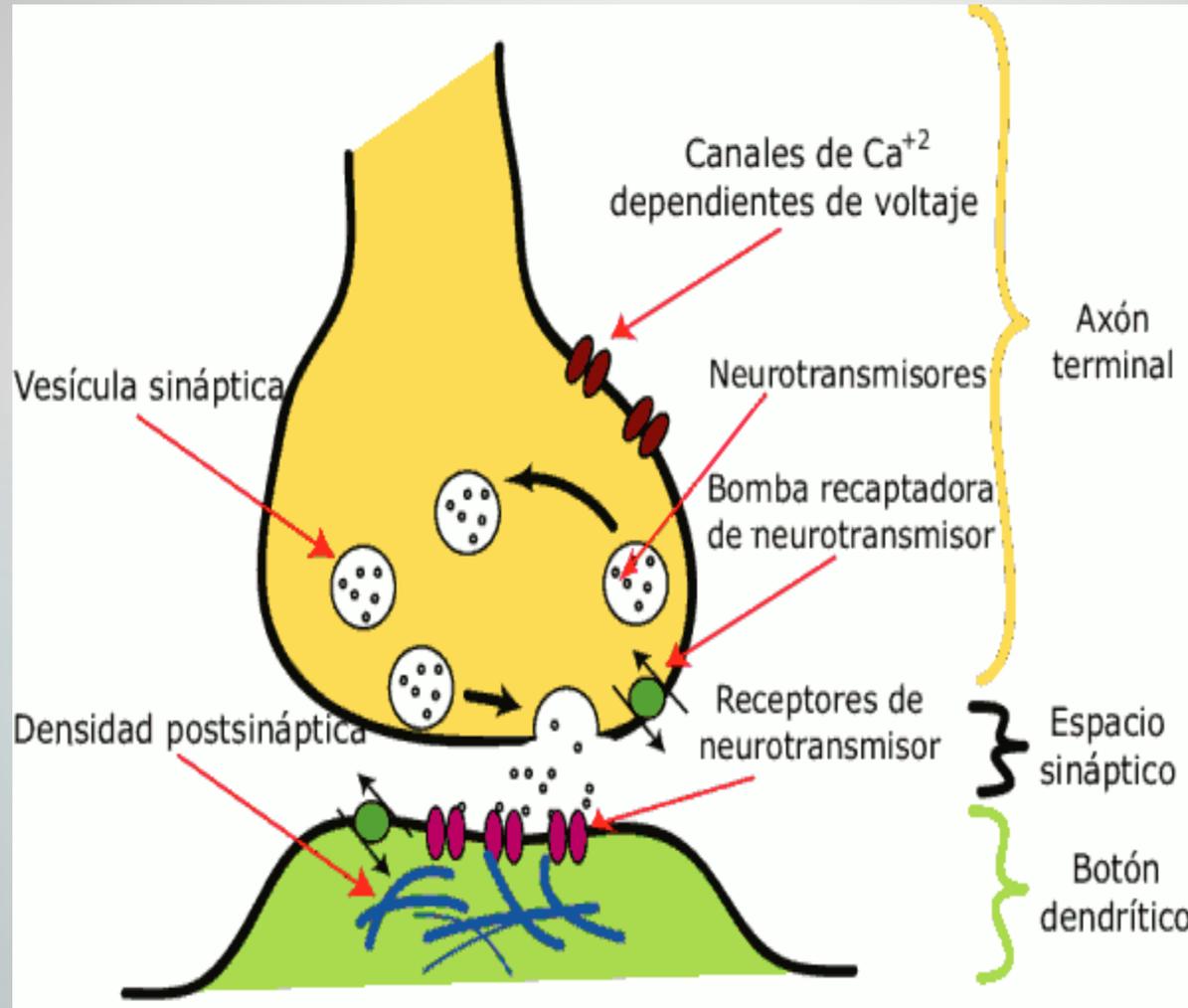
- La comunicación entre las neuronas tiene lugar gracias a las sinapsis.

Es la zona de transferencia de información de una neurona a otra.

- Cuenta con 2 componentes que señalan el flujo de dicha información;



2.3. PARTES DE UNA SINAPSIS



2.3. SINAPSIS

CONCEPTOS BASICOS

Todas las células (incluidas las neuronas) mantienen a través de sus membranas una diferencia de potencial eléctrico entre el interior y el exterior celular.

- Esta diferencia de potencial o de carga eléctrica se debe a la diferente distribución de moléculas existentes a ambos lados de la membrana celular

Cada una de estas moléculas presenta una carga eléctrica (ion) que puede ser: - positiva (catión) - negativa (anión)

- La distribución de estas moléculas cargadas eléctricamente determinará la cantidad de cargas positivas y negativas que se encuentran situadas a ambos lados de la membrana.

<https://www.youtube.com/watch?v=AkmDs5dLg2o>

2.3. SINAPSIS

CONCEPTOS BASICOS

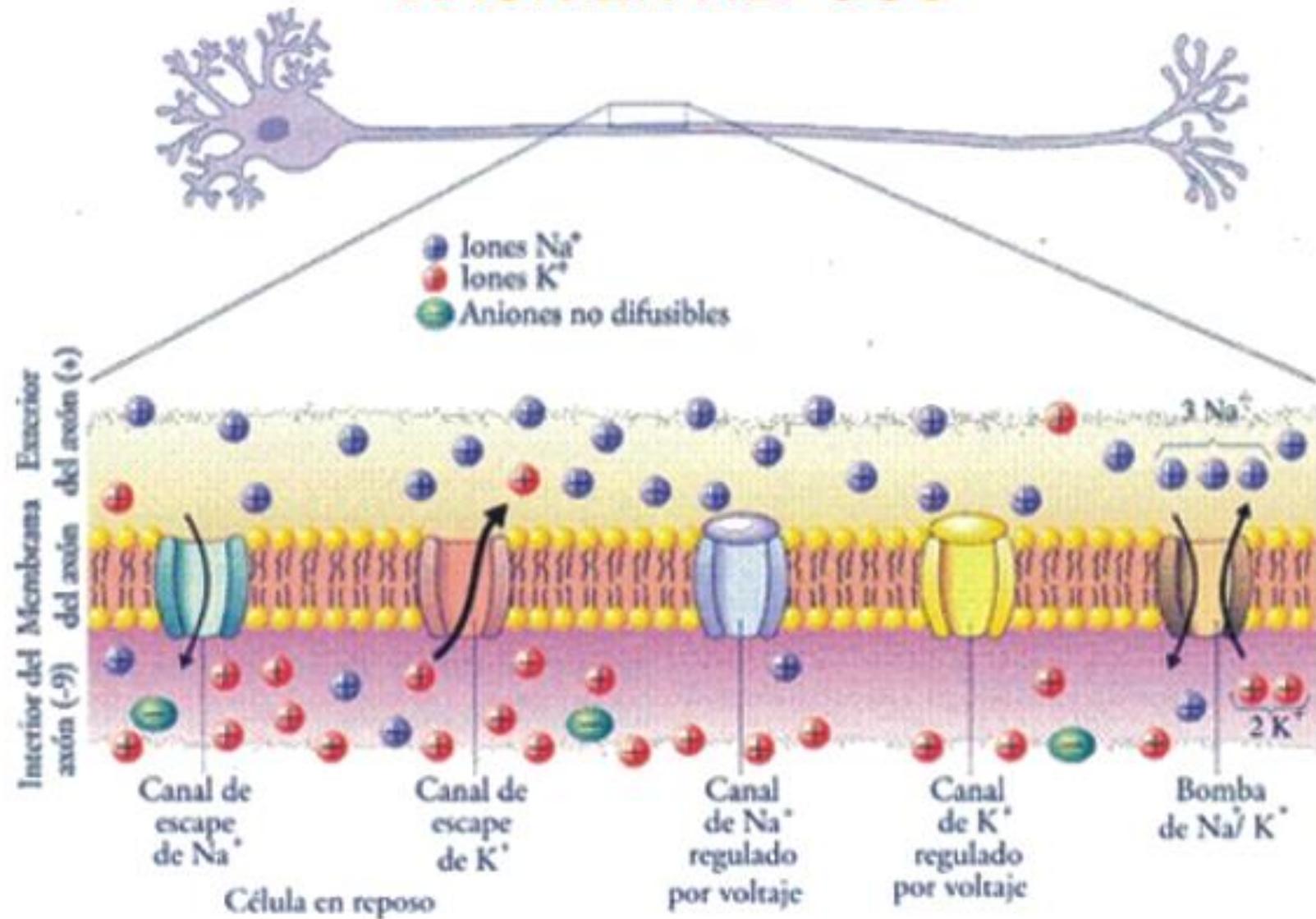
POTENCIAL DE REPOSO

- Es el potencial de membrana de la neurona cuando ésta se encuentra inactiva, en reposo = -80 microvoltios.

POTENCIAL DE ACCION

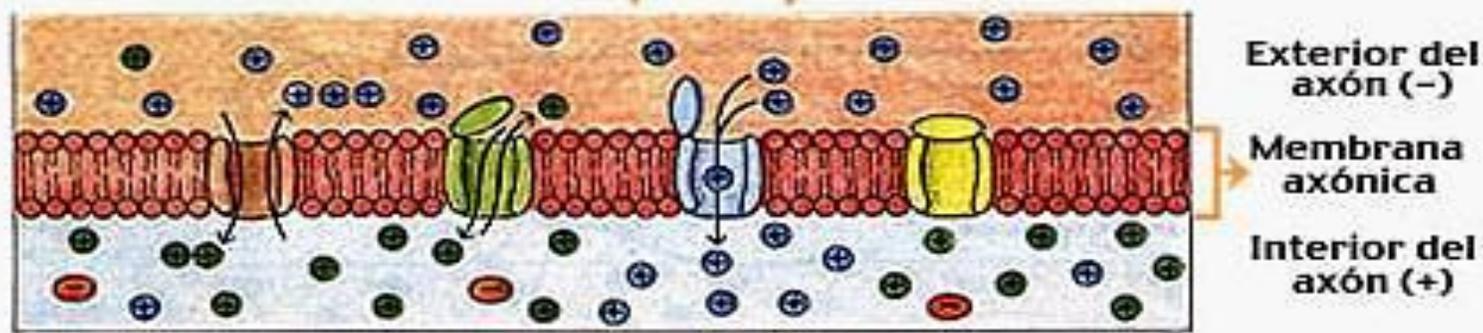
- (señal eléctrica que transmite de información en el SN) es el potencial de membrana de la neurona cuando ésta se encuentra activada y responde generando una señal eléctrica en su axón. Ley de todo o nada= +45 microvoltios.

AXÓN EN REPOSO



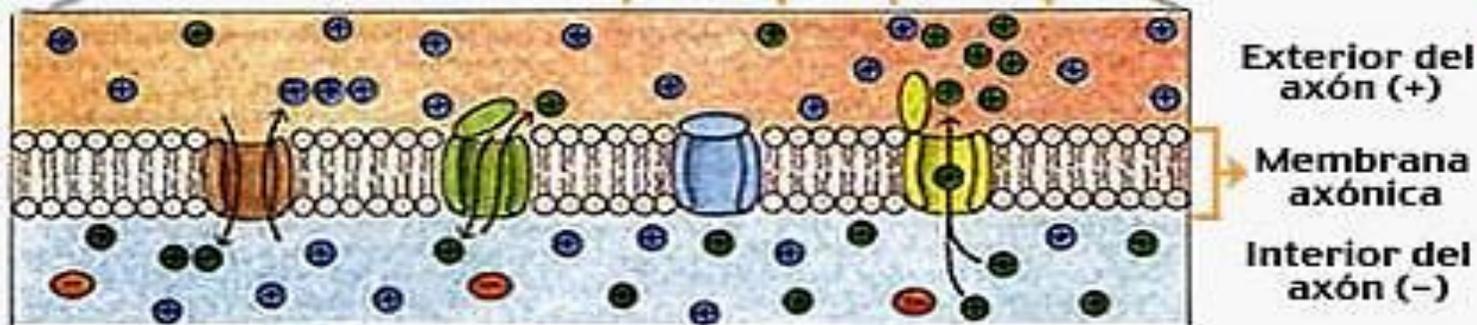
a**Potencial de acción**

Los canales de Na⁺ regulados por voltaje se abren, los iones de Na⁺ penetran al interior del axón



Los canales de Na⁺ regulados por voltaje se cierran

Los canales de K⁺ regulados por voltaje se abren, los iones de K⁺ salen fuera del axón



- ⊕ Iones Na⁺
- ⊙ Iones K⁺
- ⊖ Iones grandes cargado negativamente

b**Repolarización**

2.3. SINAPSIS

CONCEPTOS BASICOS

HIPERPOLARIZACION

- Un incremento positivo en el valor absoluto del potencial de membrana de la célula. Resultado: vuelven negativa el potencial de la membrana y su interior. Valor de -80 o -90 mV. La neurona no tenga fuerza para comunicar con otras neuronas

DESPOLARIZACION

Una disminución negativa del valor absoluto del potencial de membrana en el interior de una neurona. Resultado: vuelven positiva el potencial de la membrana. Valor de +50 mV. aumentando la probabilidad de que la neurona responda y pueda transmitir

2.3. SINAPSIS

CONCEPTOS BASICOS

POTENCIALES POSTSINAPTICOS EXCITADORES

Si el potencial de membrana se vuelve menos negativo (**se produce una despolarización**) estos potencial se denominan **potenciales excitadores postsinápticos (PEPs)**.

POTENCIALES POSTSINAPTICOS INHIBIDORES

Si el potencial de la membrana postsináptica se vuelve mas negativo, (**se produce una hiperpolarización**) los cambios de potencial reciben el nombre de **potenciales inhibidores postsinápticos (PIPs)**.

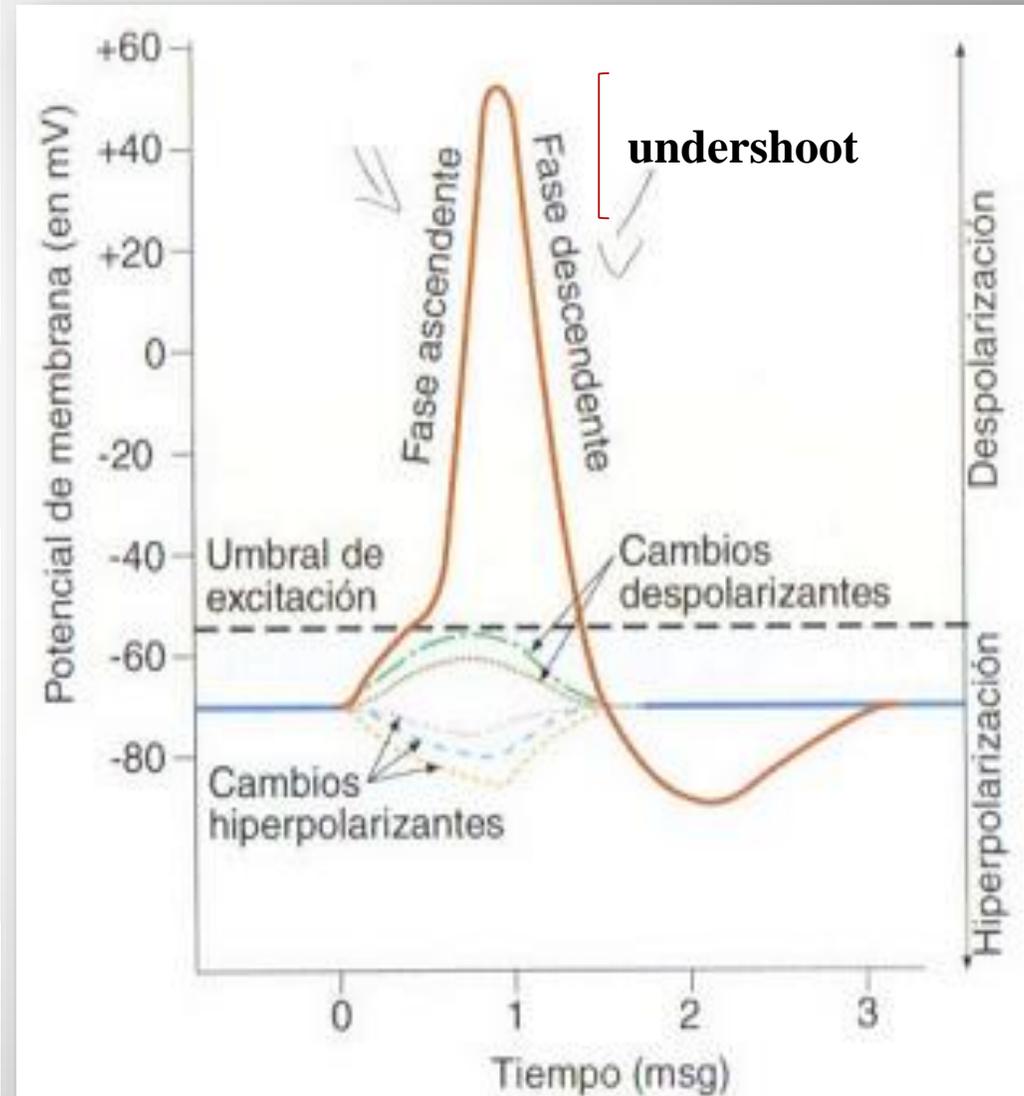
2.3. SINAPSIS

CONCEPTOS BASICOS

1) **Fase de despolarización, ascendente (rising phase)**, es el período en el que el potencial de membrana alcanza los -50mV (umbral de excitación). Dura aprox. 1 o 2 ms. El potencial de membrana se convierte en + y sigue despolarizándose hasta que el pico del potencial de acción llega hasta unos $+35$ a $+40$ milivoltios. Se caracteriza por una entrada masiva de Na^+ y una salida de K^+ .

2) **Fase de repolarización, descendente (undershoot)**, es el período en el que el potencial de membrana vuelve a adquirir el valor negativo del potencial de reposo. El potencial de membrana es más negativo que cuando la célula está en "periodo de reposo". Dura aprox 3 o 4 (ms). Los canales de Na^+ ya no se abren y la neurona no puede generar un nuevo PA= **Período refractario absoluto**.

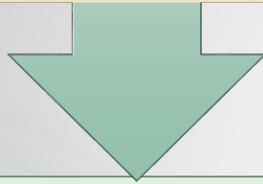
La hiperpolarización es el tiempo en el cual el potencial de membrana está hiperpolarizado con respecto al potencial de reposo



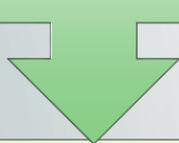
2.3.SINAPSIS QUIMICA

La mayoría son químicas, y en ellas se libera una sustancia, (**neurotransmisor**) que se fija al receptor neuronal.

La superficie de expansión axónica recibe el nombre de **terminal pre sináptica** y **postsináptica** y se encuentran separadas por la **hendidura sináptica**



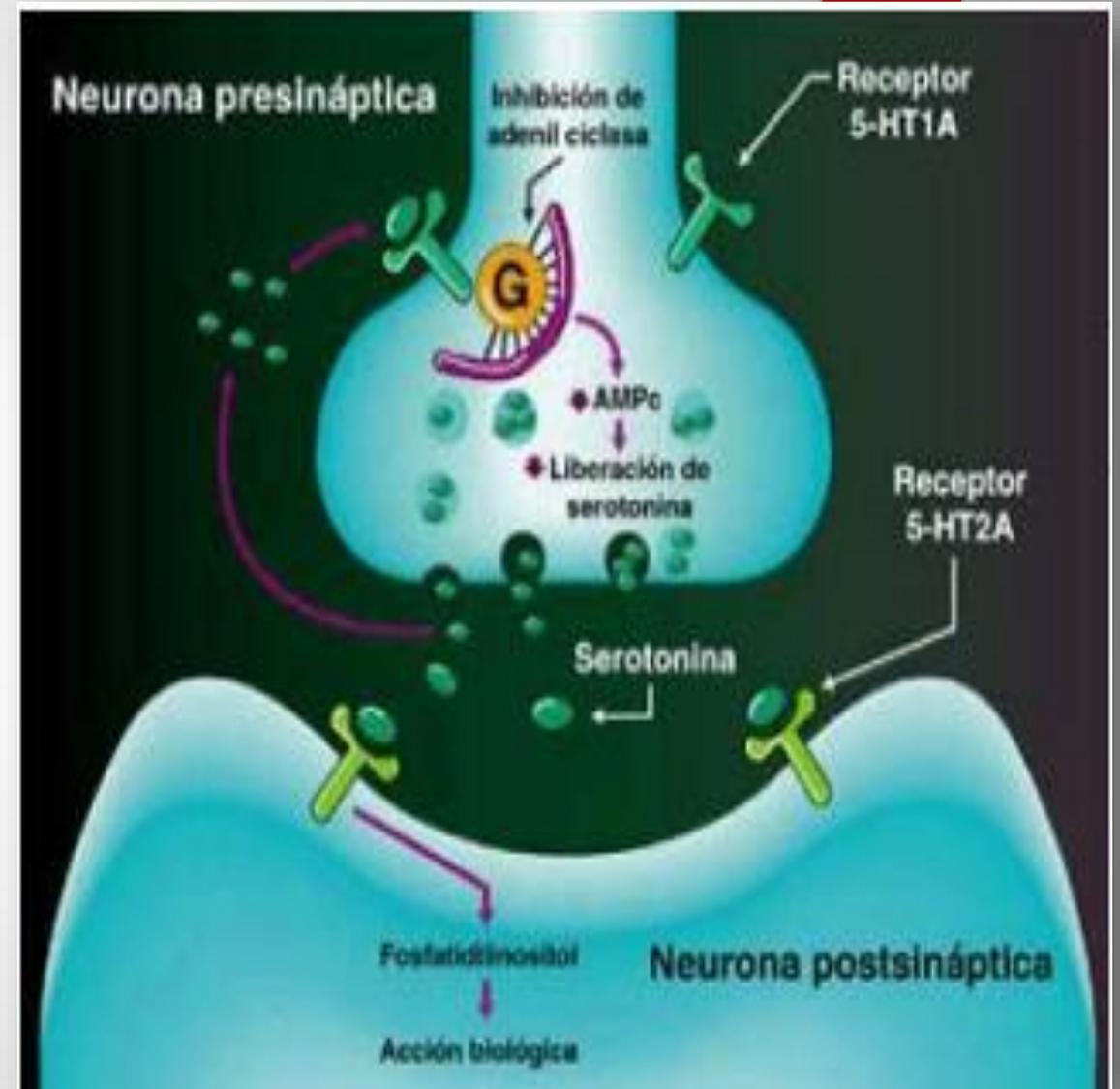
En la proximidad de la membrana hay **vesículas sinápticas** que son las que liberan neurotransmisores al espacio interneuronal mediante un proceso de **exocitosis**



Pueden ser excitadoras o inhibitoras



El neurotransmisor es degradado por una enzima o es captado por la terminación axónica presináptica (recaptación).



2.3.SINAPSIS QUIMICA

► PASOS

Despolarización de la membrana del botón sináptico



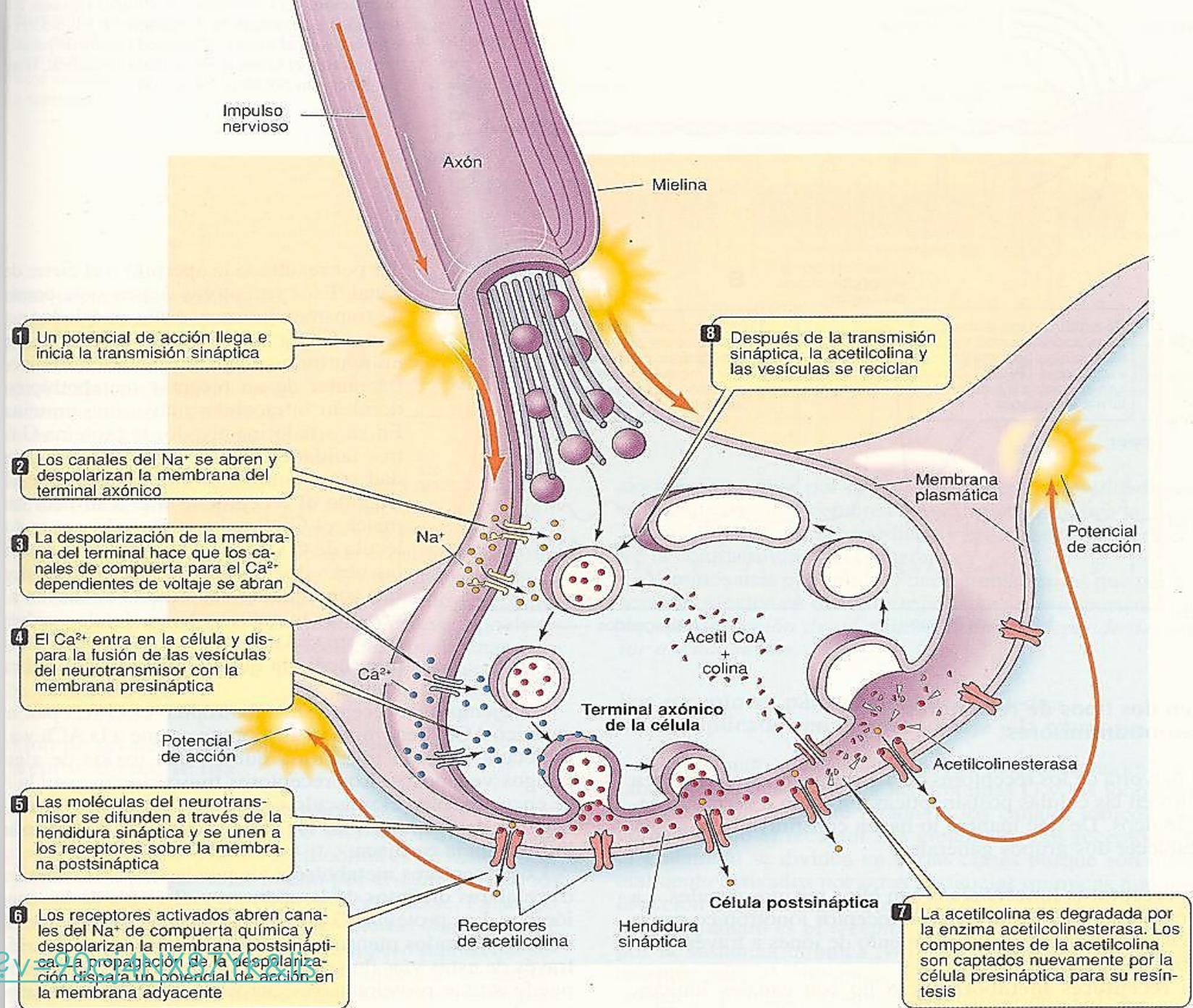
Liberación por exocitosis del neurotransmisor en la hendidura sináptica



Fijación del neurotransmisor al receptor de la neurona postsináptica

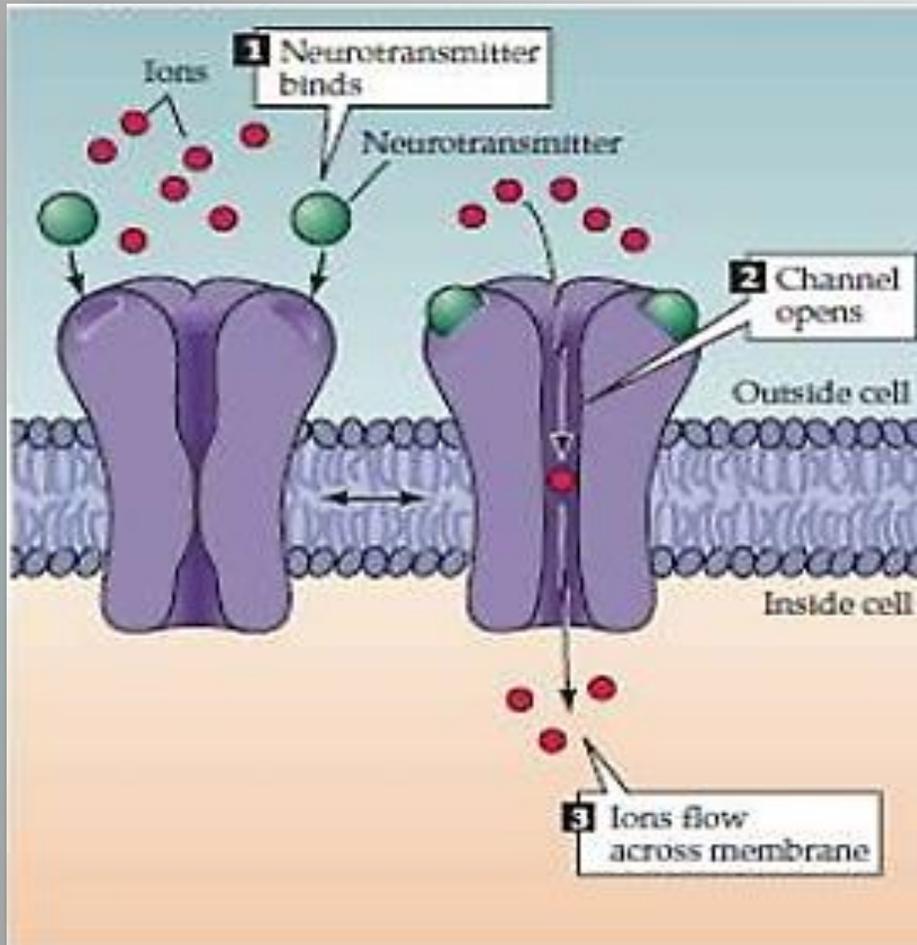


La fijación del neurotransmisor provoca cambios en la membrana postsináptica



2.3.SINAPSIS QUIMICA. TIPOS DE RECEPTORES

IONOTROPICO



1) Neurotransmisor activa el receptor

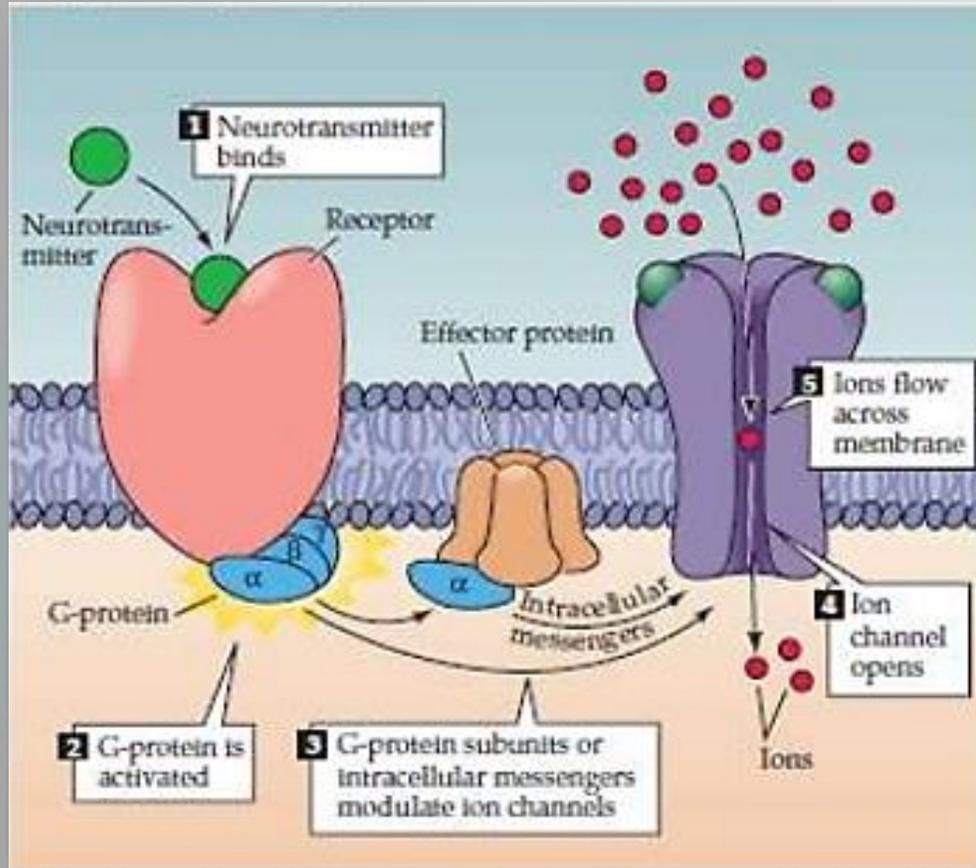
2)Apertura directa de los canales ionicos del receptor, controlados por la acción del neurotransmisor



3) Entrada del flujo de iones al interior de la membrana

2.3.SINAPSIS QUIMICA. TIPOS DE RECEPTORES

METABOTROPICO



- 1) Neurotransmisor activa el receptor= mecanismos que abren canales ionicos de forma indirecta (cambios bioquímicos intracelulares)
- 2) Efecto mediado por unas proteínas insertadas en la membrana celular denominadas **proteínas G**.

Estas proteínas activan el metabolismo celular desencadenando una serie de reacciones bioquímicas en las que se producen moléculas mediadoras que reciben el nombre de **segundos mensajeros**

- 4) Apertura de los canales dependientes de iones

- 5) Flujo de iones atraviesan la membrana

2.3. SINAPSIS QUIMICA. TIPOS DE RECEPTORES

AUTORECEPTORES

Receptores presinapticos asociados a proteínas G.

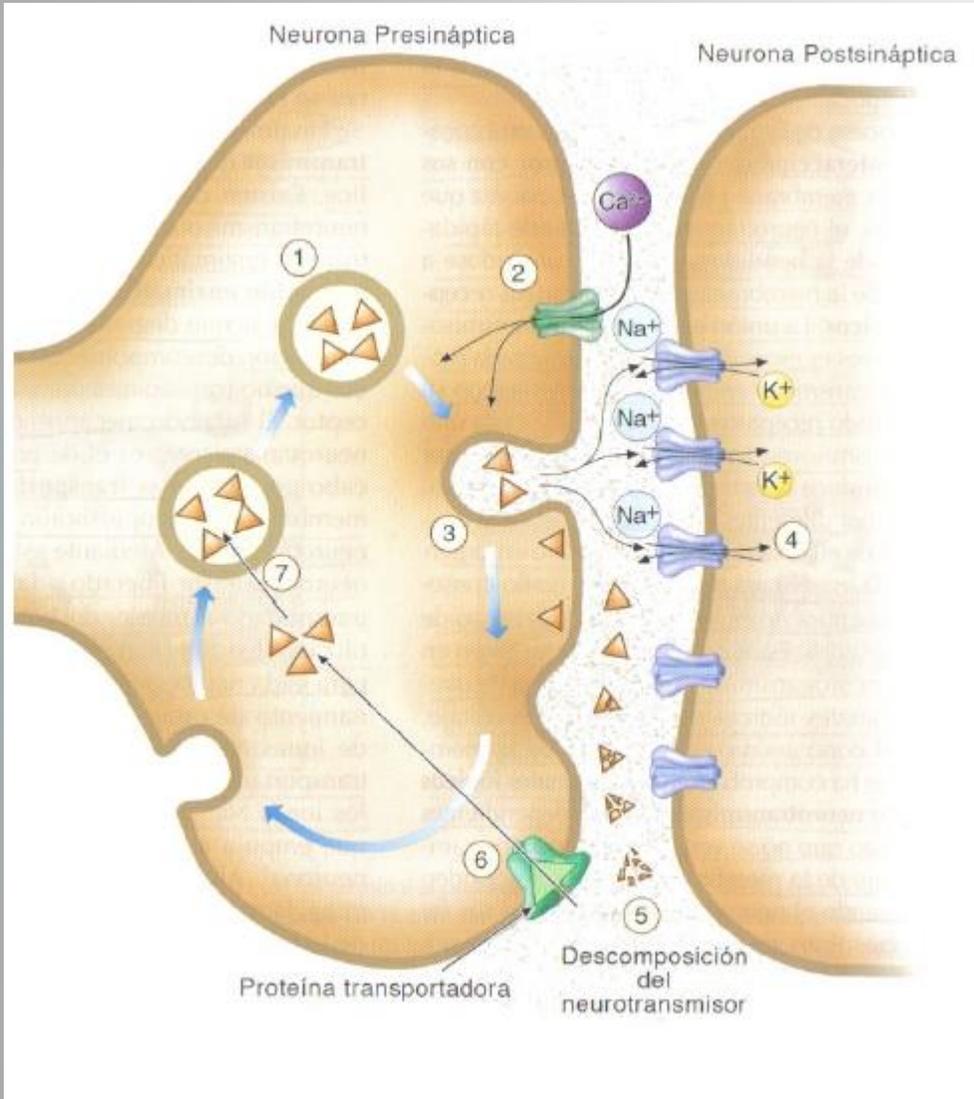
- La unión de los neurotransmisores a estos receptores se realiza después de que los neurotransmisores hayan actuado sobre la neurona postsináptica.

La unión a los autorreceptores es un mecanismo de control de la síntesis del neurotransmisor que ha sido liberado.

- La unión del neurotransmisor a sus receptores presinapticos activa, a través de las proteínas G, a sistemas de 2º mensajeros como el AMPc, el cual interrumpe o inhibe la síntesis del neurotransmisor

2.3.SINAPSIS QUIMICA

INACTIVACIÓN TRAS LA SINAPSIS



INACTIVACION ENZIMÁTICA

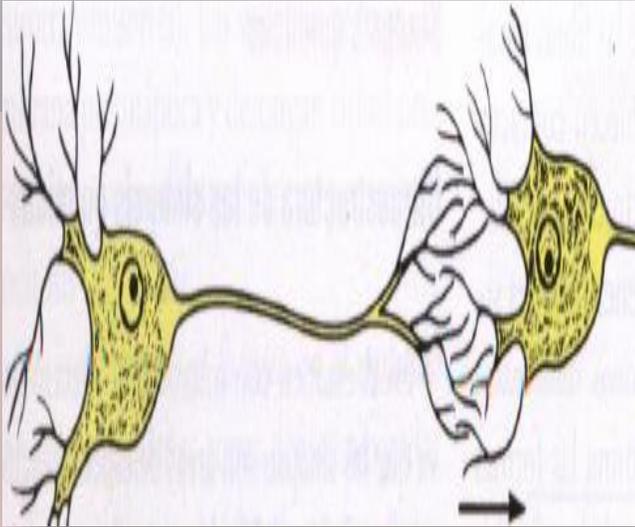
- Se da por enzimas específicas que degradan o metabolizan cada neurotransmisor.

RECAPTACIÓN

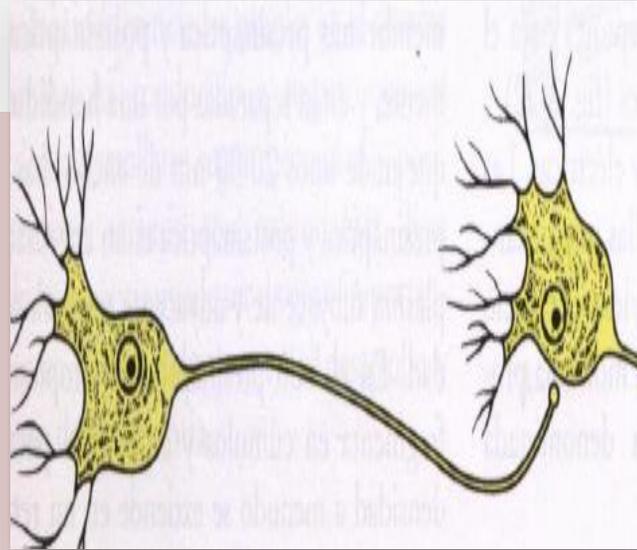
- Se da por **proteínas transportadoras** insertadas en la membrana del botón terminal que libera el neurotransmisor. Parte del neurotransmisor liberado a la hendidura sináptica es transportado al interior del botón terminal para ser reutilizado, es transportado junto con los iones Na^+ gracias al gradiente de concentración.

2.3.SINAPSIS QUIMICA. TIPOS

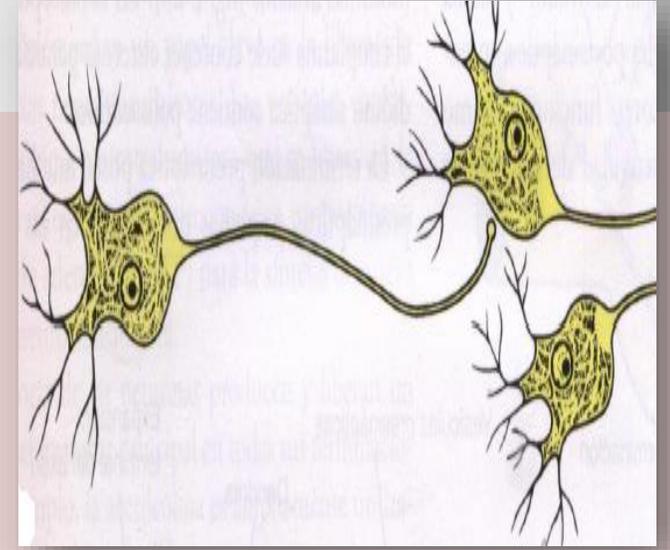
Dependiendo del sitio de **sinapsis química**, éstas pueden ser:



AXO-DENDRÍTICAS. La comunicación se produce de un axón de una neurona hacia la dendrita de otra

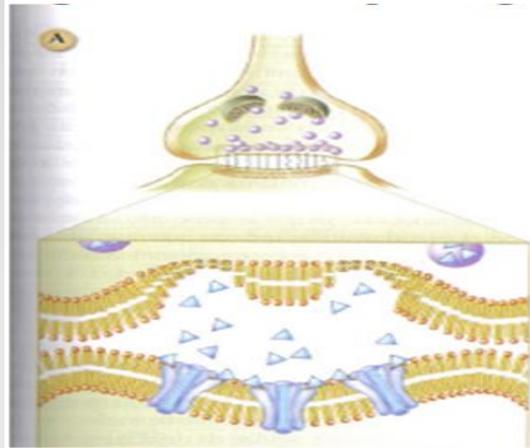


AXO-SOMÁTICAS. Si van hacia el soma neuronal



SINAPSIS AXO-AXONICAS. El axón haga sinapsis con otro axón

2.3. SINAPSIS QUIMICA. TIPOS

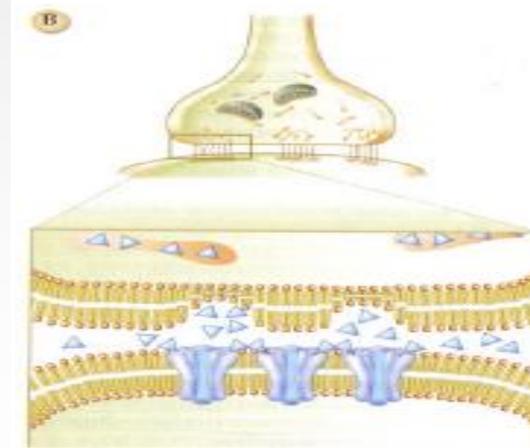


**SINAPSIS TIPO
I**

Se produce la **activación** de la neurona postsináptica y son fundamentalmente sinapsis axodendriticas.

Espacio sináptico amplio.

Las estructuras están regularmente distribuidas



**SINAPSIS TIPO
II**

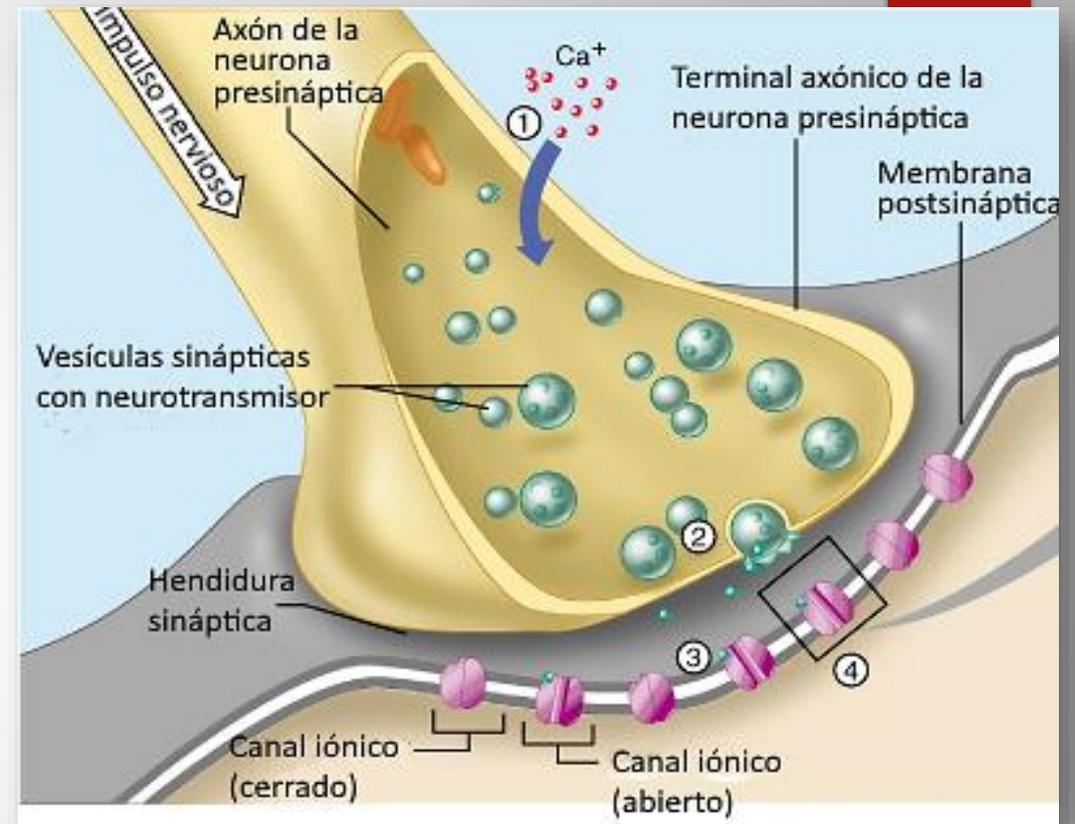
Se produce la **inactivación** de la neurona postsináptica y constituyen sinapsis axosomaticas.

Espacio sináptico menos amplio.

Estructuras densas a lo largo de las membranas pre y postsináptica agrupándose en sitios concretos

2.3. SINAPSIS ELECTRICA

- Son uniones intercelulares que contienen canales desde la neurona pre hasta la postsináptica.
- No hay un transmisor químico.
- Los canales permiten el flujo de corriente iónica desde una célula a otra.
- Las sinapsis eléctricas pueden ser bidireccionales.



2.4. EMBROLOGIA DEL SISTEMA NERVIOSO

FORMACION INICIAL DEL SISTEMA NERVIOSO



Para describir la formación del SNC se describen diferentes etapas clave como: la gastrulación, la neuralización y el establecimiento de las vesículas primarias y secundarias (Morales, 2012).

Otros procesos son: proliferación celular; migración celular; agregaciones celulares; diferenciación celular (neuronal, glial); establecimiento de conexiones; muerte celular programada (apoptosis) y desarrollo progresivo de patrones integrados (Carlson, 2005)

GASTRULACION

Proceso que caracteriza a la 3^a semana del desarrollo embrionario, en el cual se forma la línea primitiva para construir las tres capas germinativas del embrión como son: **ectodermo, mesodermo y endodermo.**

En este periodo el embrión es llamado gástrula.

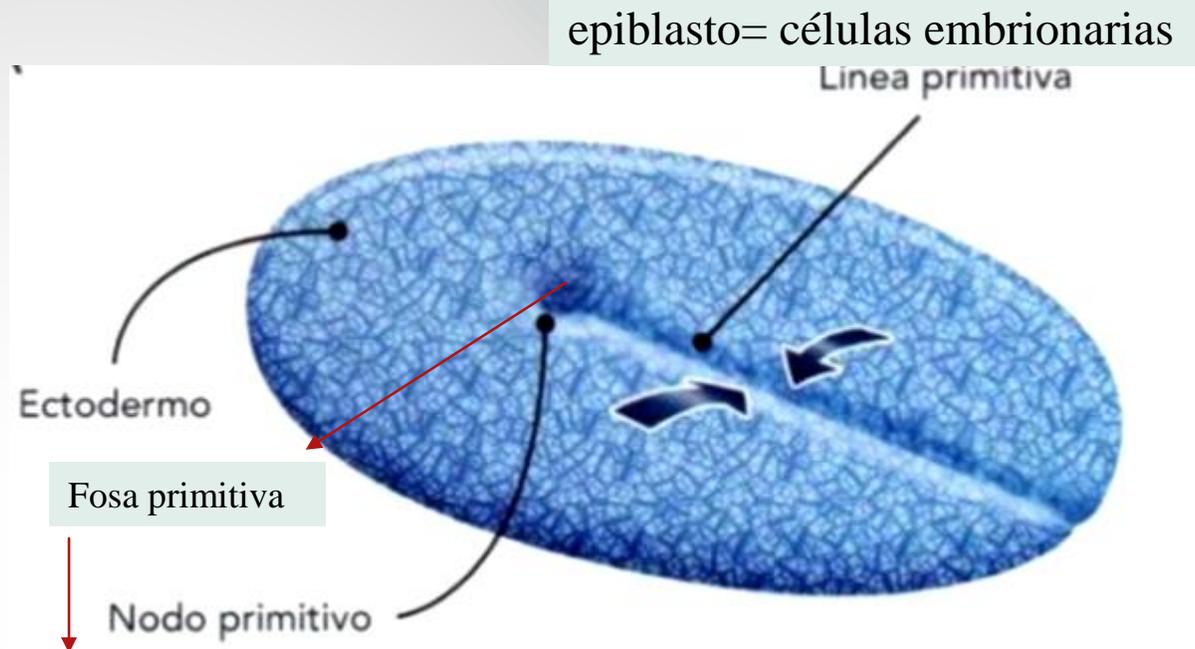
En esta etapa se presenta el primer indicio de formación del sistema nervioso: el establecimiento de la placa neural (Gilbert, 2005).

NOTOCORDA

Estructura cilíndrica de células mesodérmicas que se forman durante la gastrulación y que discurre a lo largo del eje longitudinal del embrión

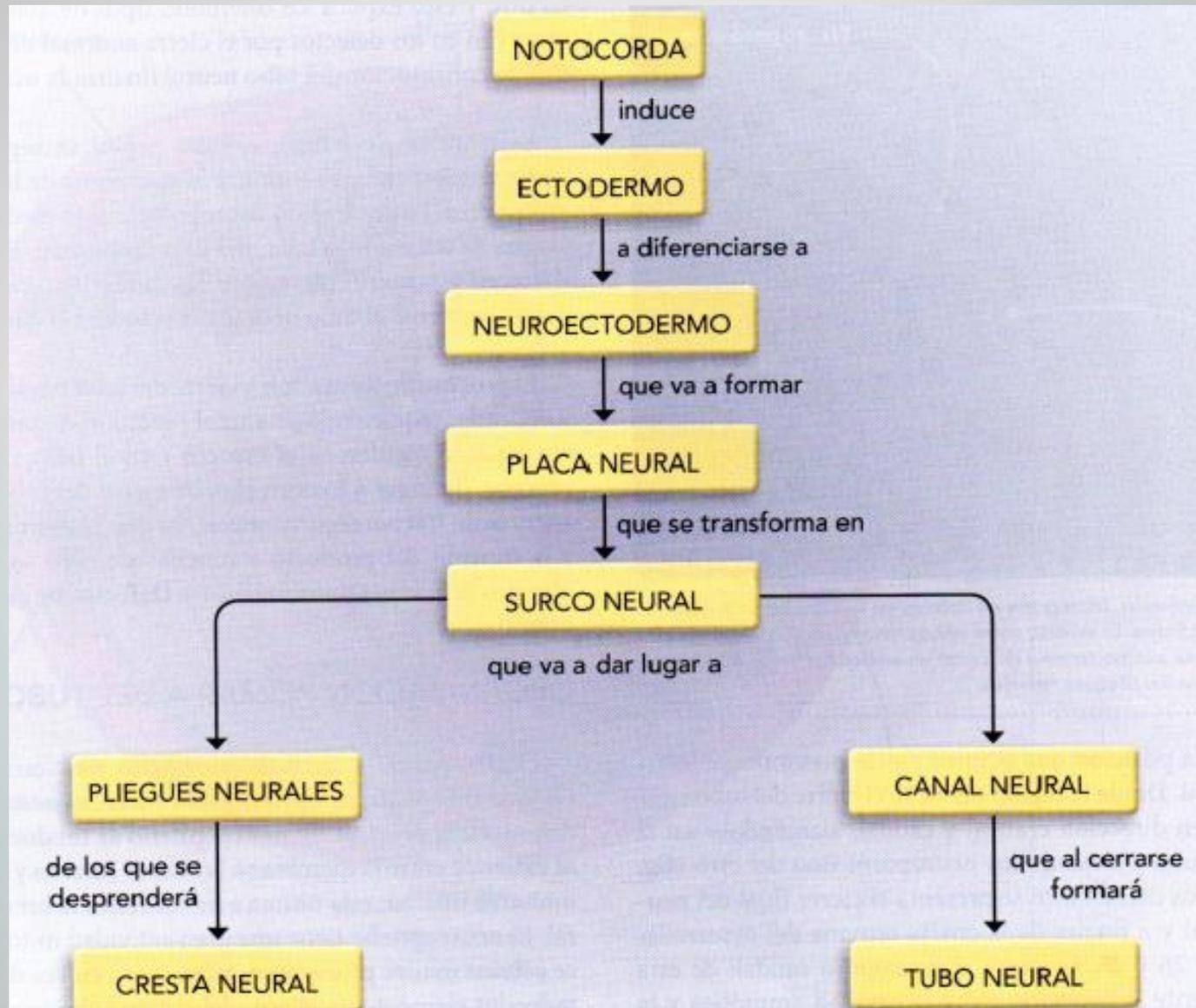
Se extiende hacia dentro desde la fosita primitiva y después se alarga para formar la línea primitiva (surco o zona proliferativa en la que las células se separan del epitelio).

Alrededor de la notocorda se forma la columna vertebral, y a medida que se constituyen los cuerpos vertebrales (Gómez, 2014).



El extremo más rostral de la estría primitiva es el nódulo primitivo o de Hensen.

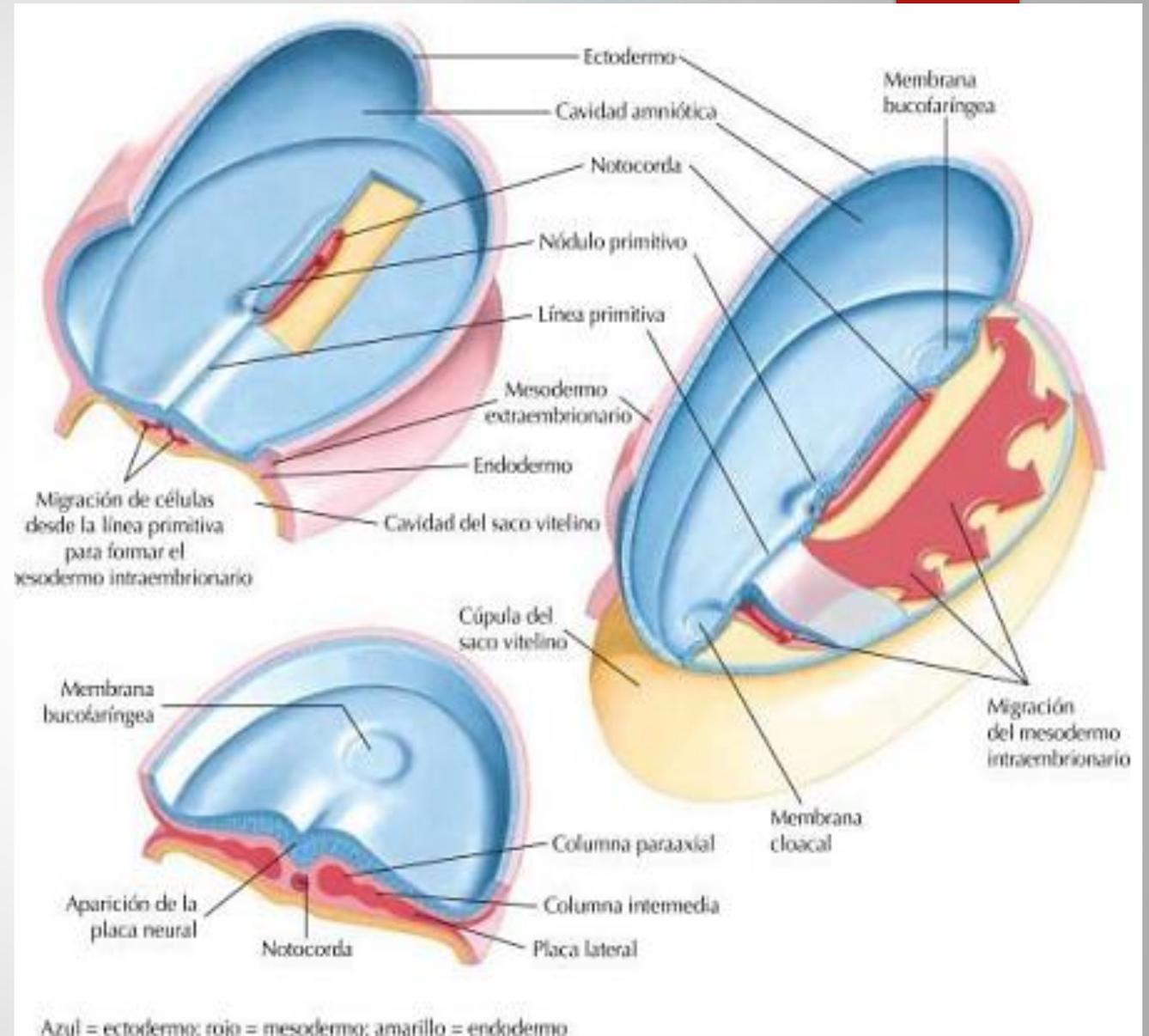
La extirpación del nódulo puede dar lugar a una ausencia completa de notocorda y a la pérdida del control de la neurulación.



PLACA NEURAL

La notocorda induce a la placa neural, y se forma un surco neural en la línea media.

Se forma gracias a la inducción de las células que migran a través del nodo primitivo y de la línea primitiva, para convertirse en endodermo y mesodermo.



DESARROLLO DE LAS CAPAS GERMINATIVAS

Como resultado de la gastrulación se forma el disco embrionario trilaminar formado por las 3 hojas germinativas:

ECTODERMO

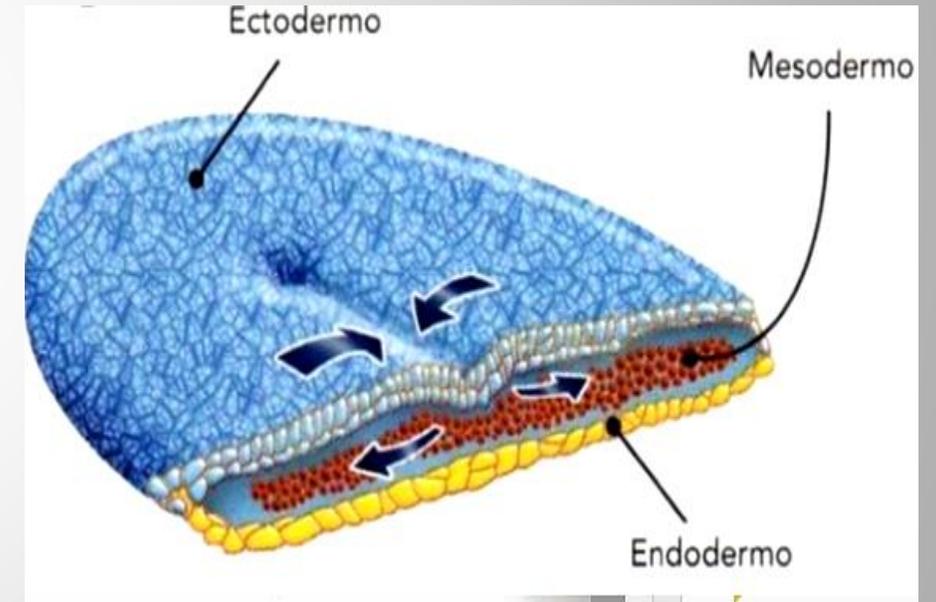
- Forma la superficie dorsal del embrión y queda cubierto por la cavidad amniótica.
- Formada por epitelio cilíndrico, da origen
- a todo el sistema nervioso.

MESODERMO

- Da lugar a la capa intermedia
- Da origen al músculo, los tejidos conectivos y el sistema vascular

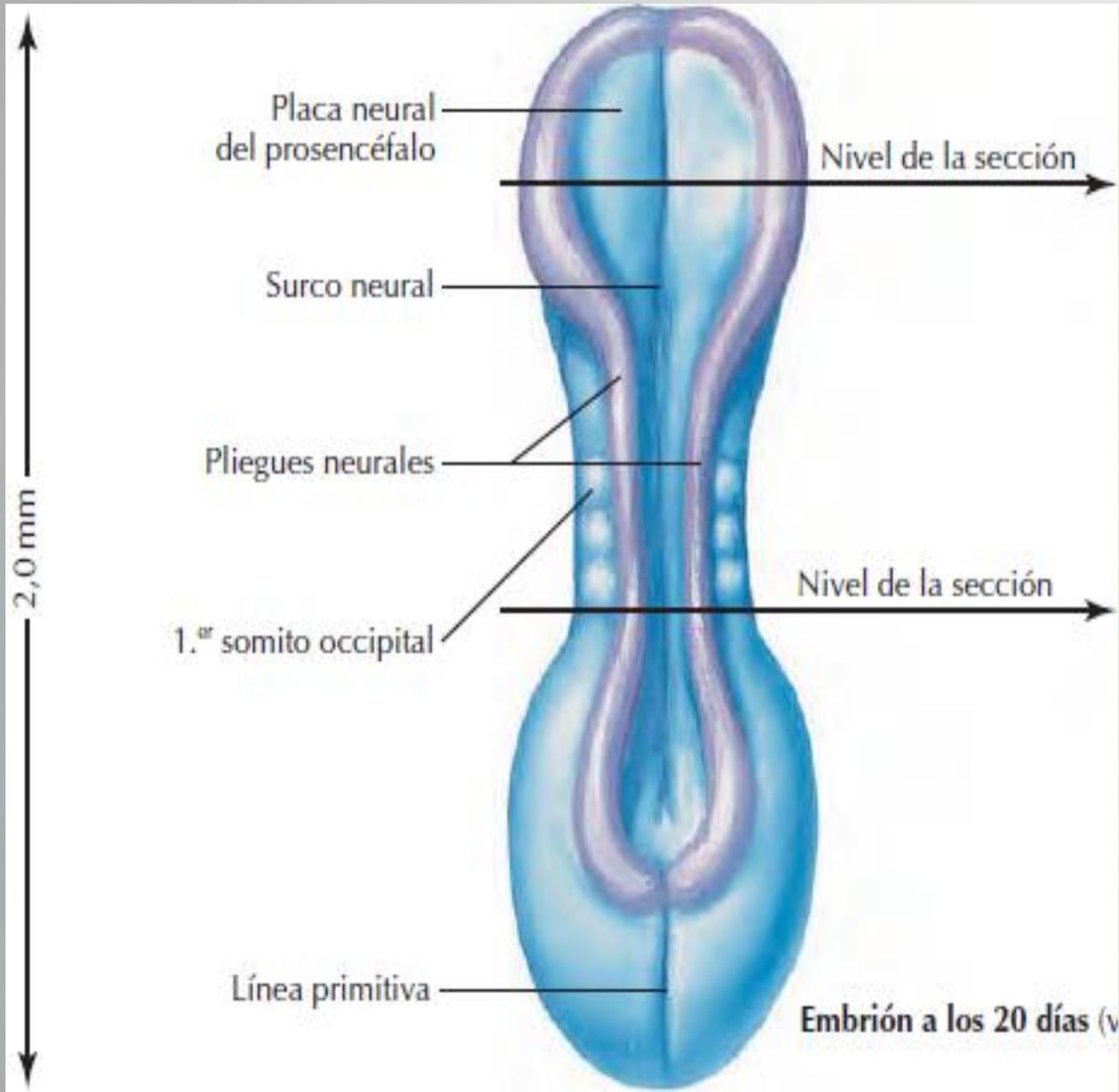
ENDODERMO

- Da origen a la superficie ventral y queda sobre el saco vitelino.
- Da origen al tracto gastrointestinal, los pulmones y el hígado.



Esquema del disco embrionario durante la gastrulación

NEURULACION



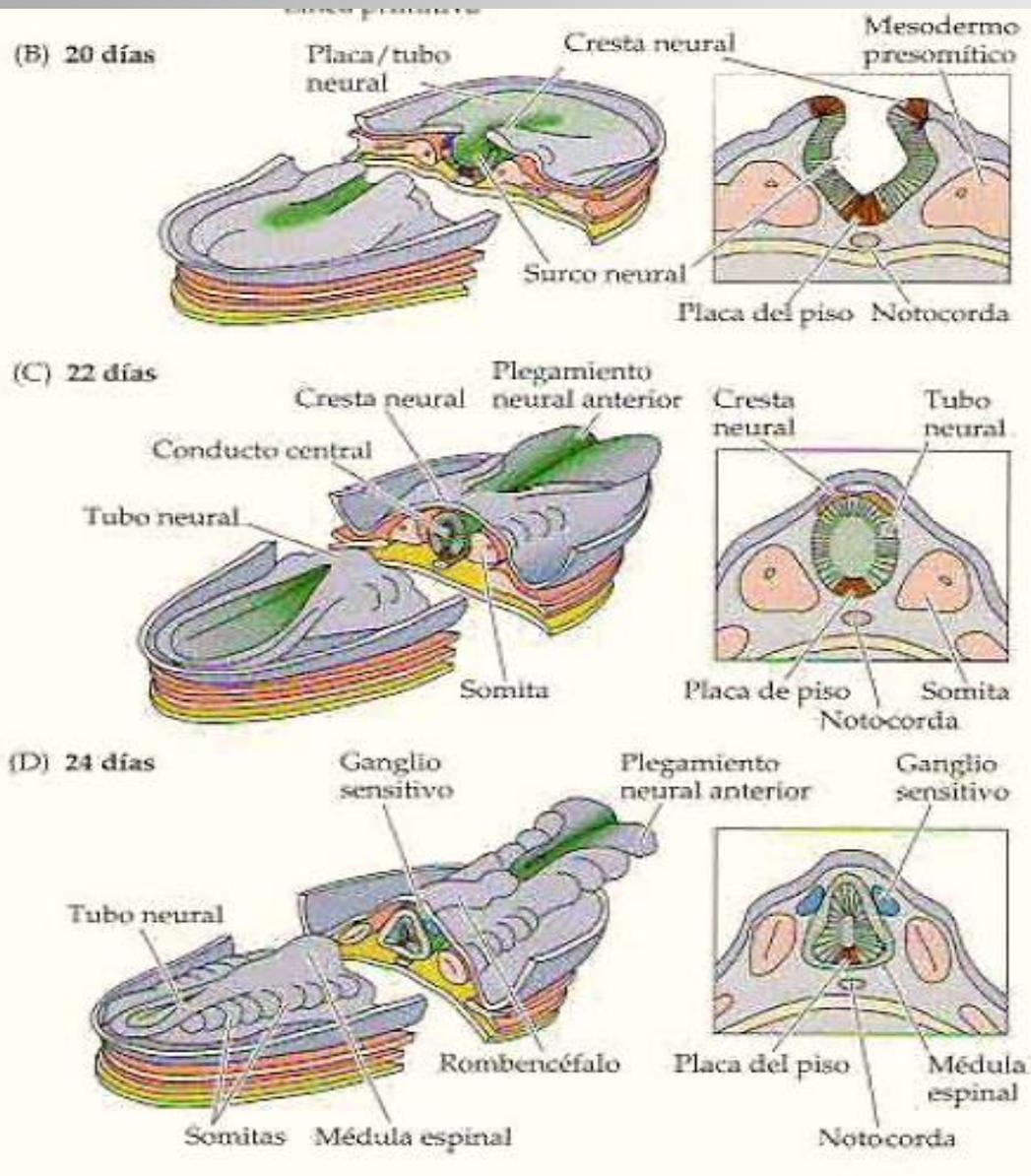
Después del 20 día de desarrollo, las **somitas** (*precursores musculatura axial*), comienzan aparecer en otro lado de la notocorda. Cerca de la línea media, se forma la **placa neural**, que supone el esbozo del futuro embrión.

A lo largo del eje de la placa neural, surge el **surco neural**. Los extremos, **pliegues neurales**, se mueven conjuntamente. 1º contacto de la línea media con la correspondiente de la placa neural, se establece al final de la 3ª semana.

Donde los pliegues se juntan, se fusionan formando el **tubo neural**, que cierra la conexión con la superficie del ectodermo. Este proceso es denominado la **neurulación**, completado antes de una semana.

Neurulación= proceso por el que la placa neural sufre unos cambios que llevan a la formación del tubo neural (Angevine & Sidman, 1961).

NEURULACION



B) La placa neural se pliega sobre la notocorda y forma el surco neural y el tubo neural. 2 partes de la placa neural (cresta) y por debajo el piso.

C) Los bordes se reúnen en la línea media cerrando así el tubo neural.

D) De la cresta neural se forma los ganglios sensitivos (SNP). Los extremos anteriores formaran el SNC.

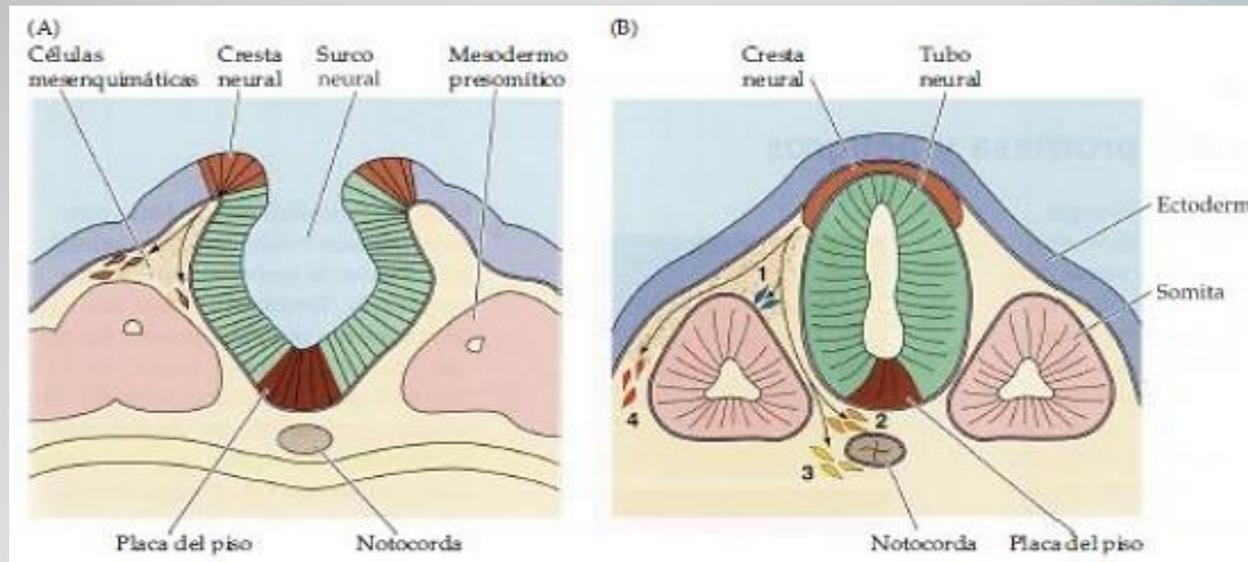
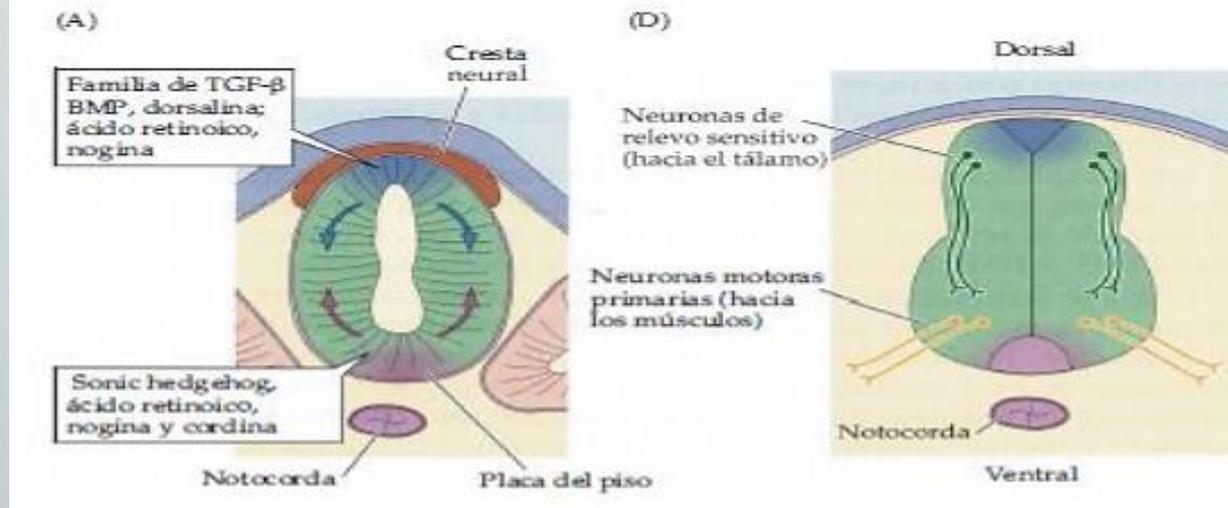


Grafico 2. Cresta neural. Purves. (2007)



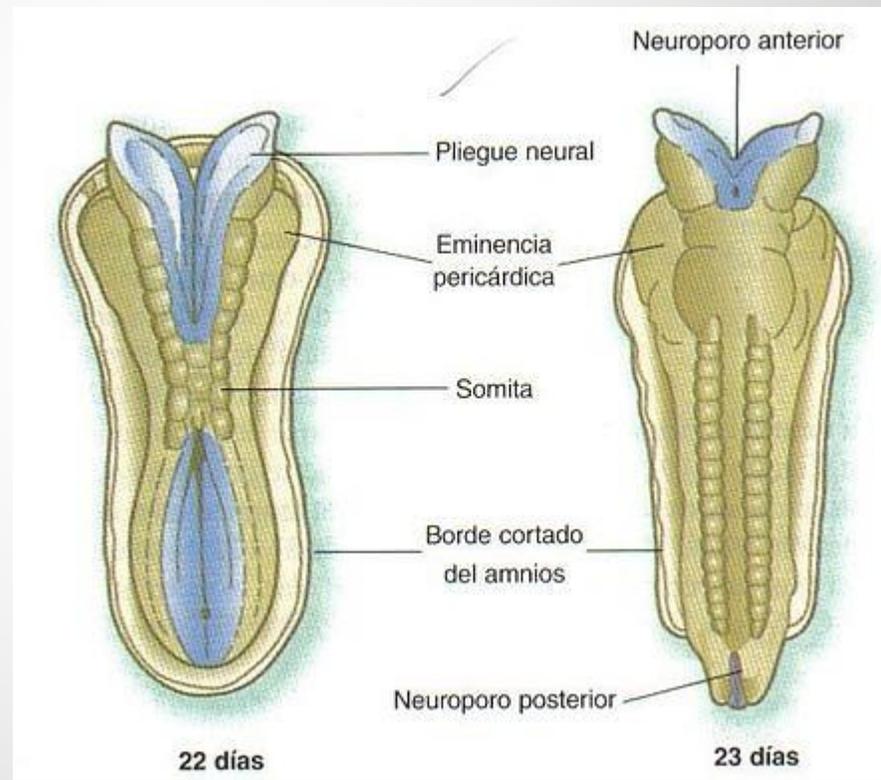
Las señales inductivas localizadas influyen en los ejes y la identidad celular en el tubo neural en desarrollo. Purves. (2007)

NEURULACION

NEUROPOROS: Las zonas cefálica y caudal donde aún permanece abierto el surco neural. Una vez que se cierran los neuroporos, primero el cefálico y post. el caudal, finaliza la neurulación 1ª.

NEURALIZACIÓN 1ª

- Se produce en la parte **anterior** de la placa.
- Las células de la placa neural proliferan y se elevan, hasta convertirse en los pliegues neurales, los cuales se fusionan para formar el tubo neural



Encefalocele,
Anencefalia, Acrania

Espina bífida,
Meningocele,
Raquisquisis.

NEURULACION

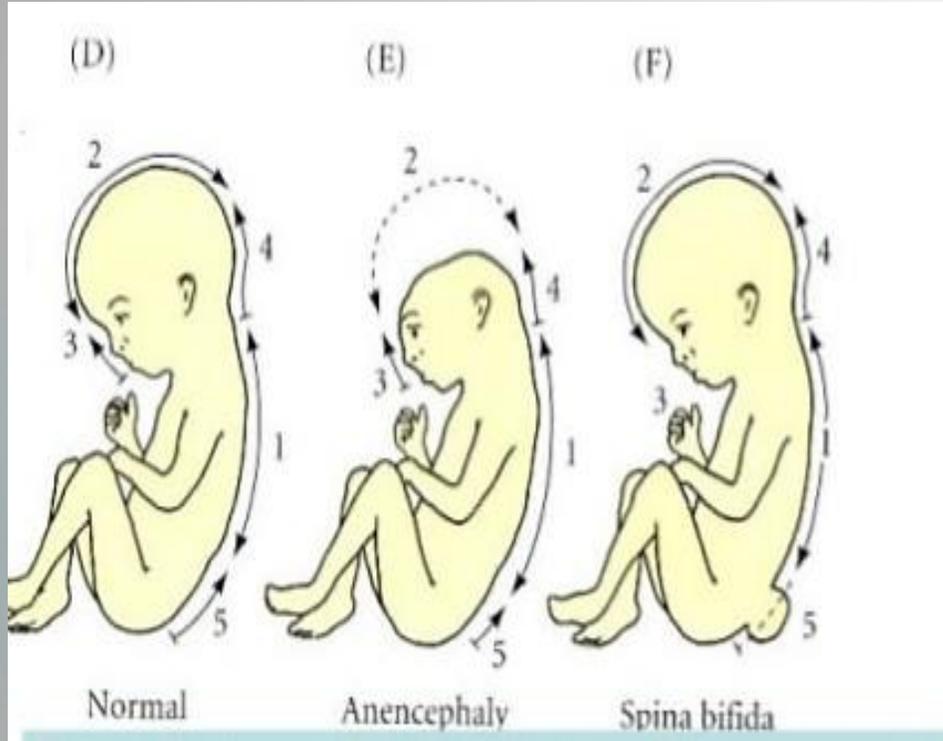
NEURALIZACIÓN 2ª

- Se localiza en la parte más **posterior** de la placa.
- El tubo neural se ahueca hasta formar el tubo neural secundario (Ribak, Jones & Sahd, 2008).
- Da origen a los segmentos más caudales de la médula espinal: sacros y coccígeos.

Los suplementos de ácido fólico (vitamina de origen vegetal) pueden reducir la incidencia de los defectos del tubo neural (Evans & Hutchins, 1997; O’Rahilly & Müller, 2001; Carlson).

Las mielodisplasias son malformaciones congénitas derivadas de alteraciones en esta fase; un tipo de mielodisplasia es el síndrome de la médula espinal anclada (Evans & Hutchins, 1997).

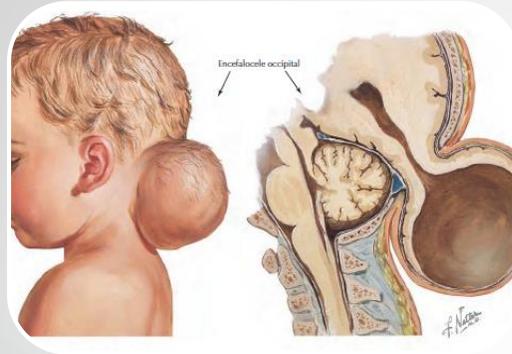
DEFECTOS DEL CIERRE DEL TUBO NEURONAL (4ª Y 5ª SEMANA DE GESTACIÓN)



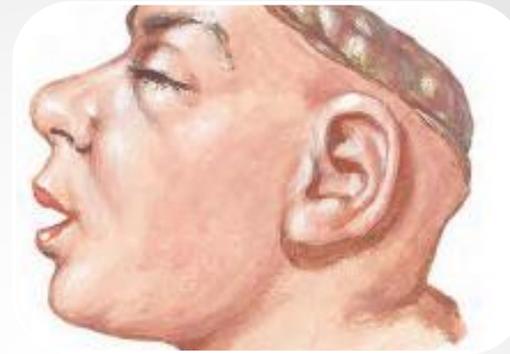
Punto de Cierre	Sensible a	Defecto
1, Dorsal	Deficiencia de ácido fólico	Espina bífida
2, Cefálico	Deficiencia de ácido fólico e hipertermia	anencefalia Encefalocele
3, Facial	Deficiencia de ácido fólico	Hendidura centro-facial labio y paladar hendido
4, Occipital	Hipertermia	Encefalocele occipital
5, Lumbar	Deficiencia de ácido fólico	Espina bífida: meningocele sacro

DEFECTOS DEL TUBO NEURAL

Si el hueso occipital u otros huesos de la línea media tienen fallos en su osificación, las meninges y el tejido encefálico pueden sobresalir en un saco (encefalocele).



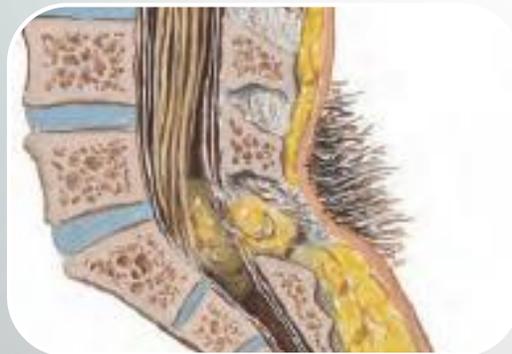
ENCEFALOCELE OCCIPITAL



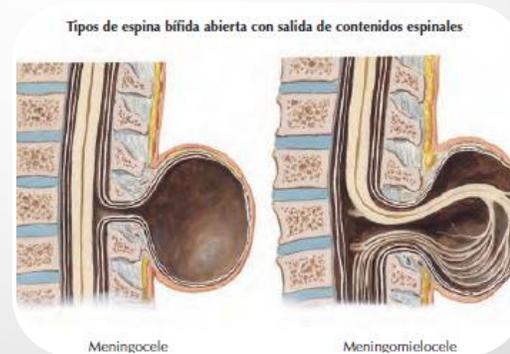
ANENCEFALIA

Si el neuroporo craneal falla en su cierre, el encéfalo y el cráneo no se desarrollan, quedando el tejido expuesto al medio externo.

Falla el desarrollo de un arco vertebral;



ESPINA BIFIDA



**MENINGOCELE,
MENINGOMIELOCELE**

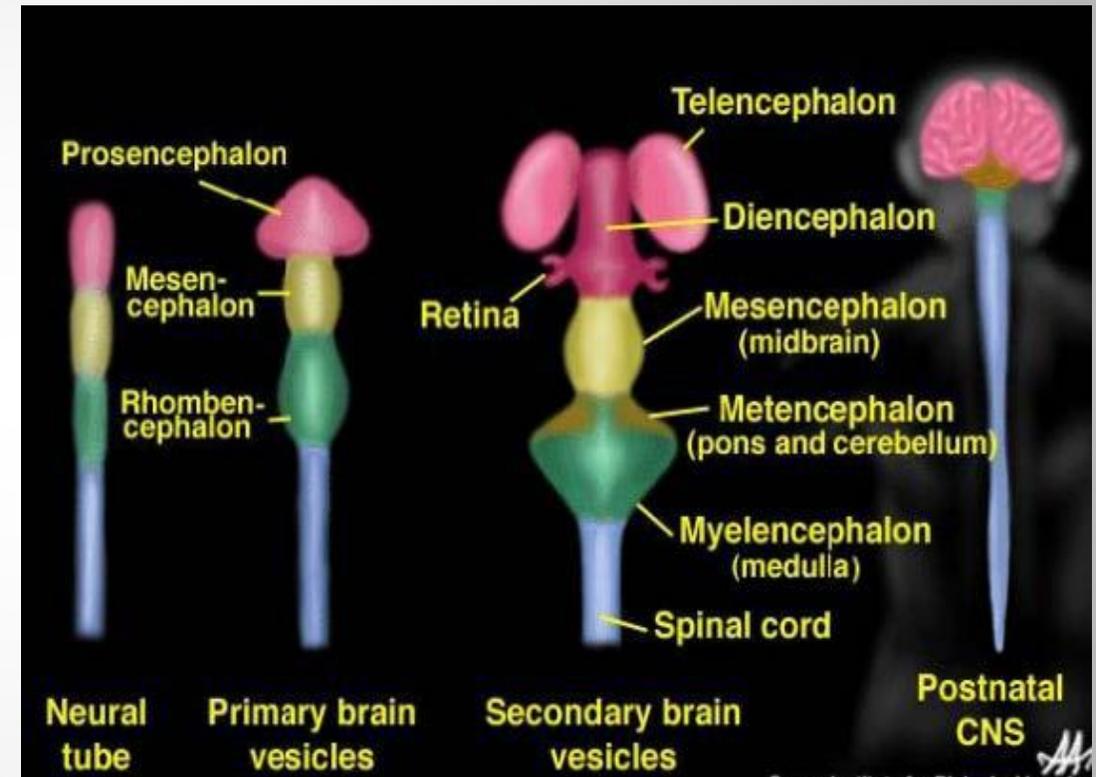
Presente LCR (meningocele).

Meningomielocèle: hernias a través del agujero magno y pueden alterar funciones vitales del tronco encefálico, provocando la muerte.

FORMACION DE LAS VESICULAS CEREBRALES

Antes de finalizar el cierre del tubo neural inicia una diferenciación macroscópica. Esta se da como cambios en el extremo anterior del tubo neural anterior, lo que origina las vesículas primarias (Padilla, 1978).

Estas vesículas se identifican como: el cerebro anterior o prosencéfalo, el cerebro medio o mesencéfalo y el cerebro posterior o romboencéfalo



FORMACION DE LAS VESICULAS CEREBRALES

Divisiones primarias del cerebro en desarrollo

Vesícula primaria	División primaria	Subdivisión	Estructuras del adulto
Vesícula del cerebro anterior	Prosencéfalo (cerebro anterior)	Telencéfalo	Hemisferio cerebral, ganglios basales, hipocampo
		Diencéfalo	Tálamo, hipotálamo, cuerpo pineal, infundíbulo
Vesícula del mesencéfalo	Mesencéfalo	Mesencéfalo	Tectum, tegmento, pie peduncular
Vesícula del cerebro posterior	Rombencéfalo (cerebro posterior)	Metencéfalo	Protuberancia, cerebelo
		Mielencéfalo	Bulbo raquídeo

Se desarrollan cantidades excesivas de neuronas que muchas (casi el 50%) estarán programadas para morir por un proceso conocido como **muerte celular programada (apoptosis)**.

La investigación acerca de la identificación de los factores neurotróficos que promueven el desarrollo y la supervivencia de las neuronas tiene gran importancia para la **regeneración neuronal y/o neurogénesis**.

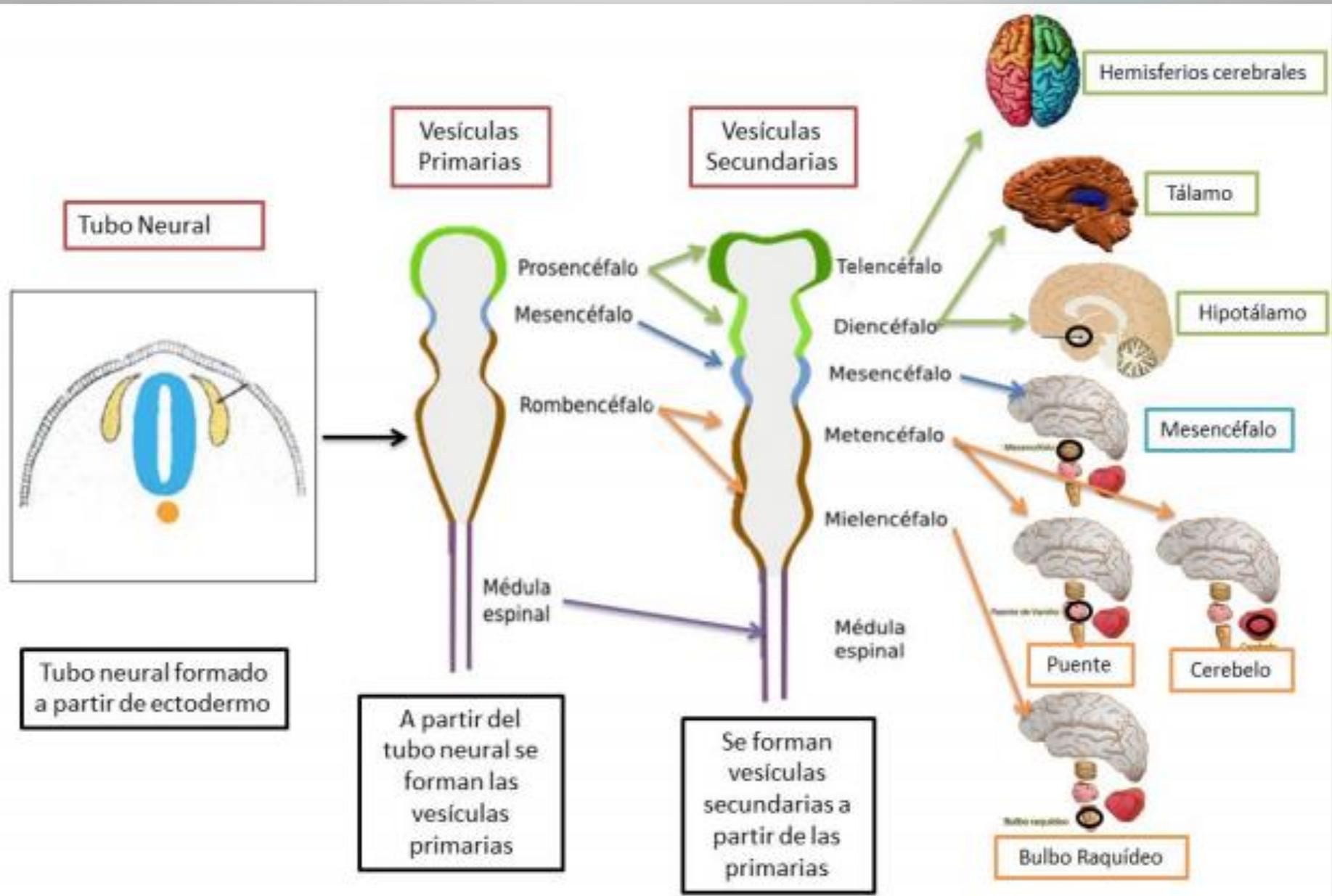


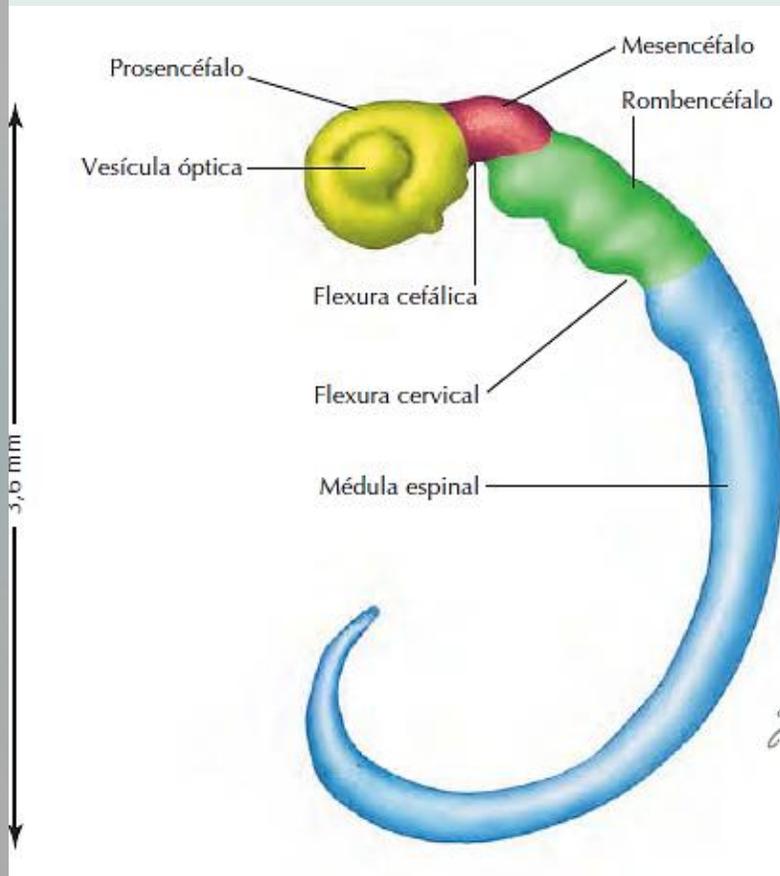


Figura 4. Períodos sensibles (John Oates, 2012)

DESARROLLO TEMPRANO DEL ENCEFALO

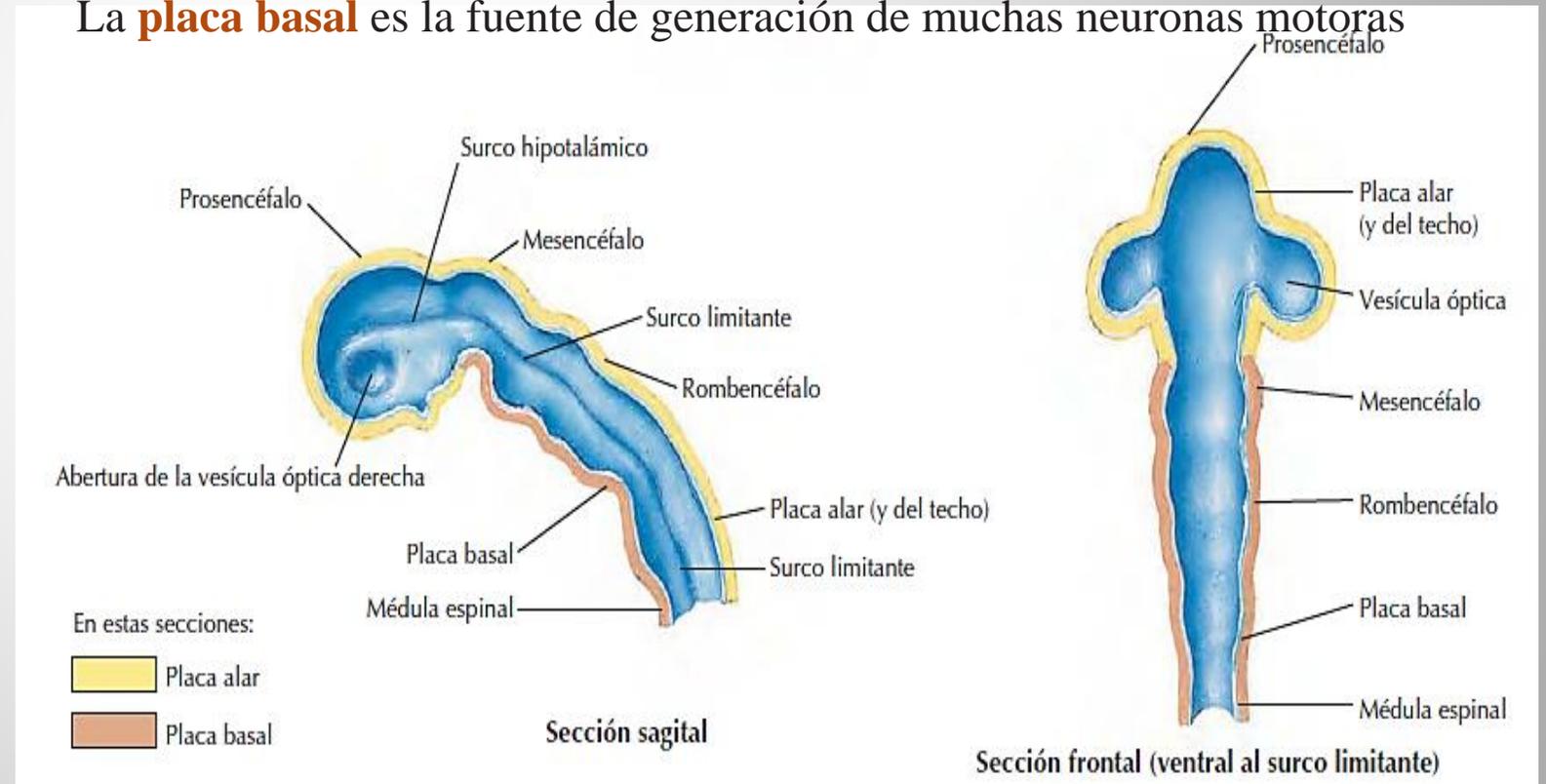
Los componentes del tubo neural provocan plegamientos o flexuras que separan al tubo. Se desarrollan tres regiones de proliferación celular rápida: el **prosencefalo**, **mesencefalo** y el **rombencefalo**. Una expansión de la parte caudal del prosencefalo se extiende desde el futuro diencéfalo para formar la copa óptica, dando lugar a la futura retina y sus conexiones (SNC).

Sistema Nervioso Central a los 28 días



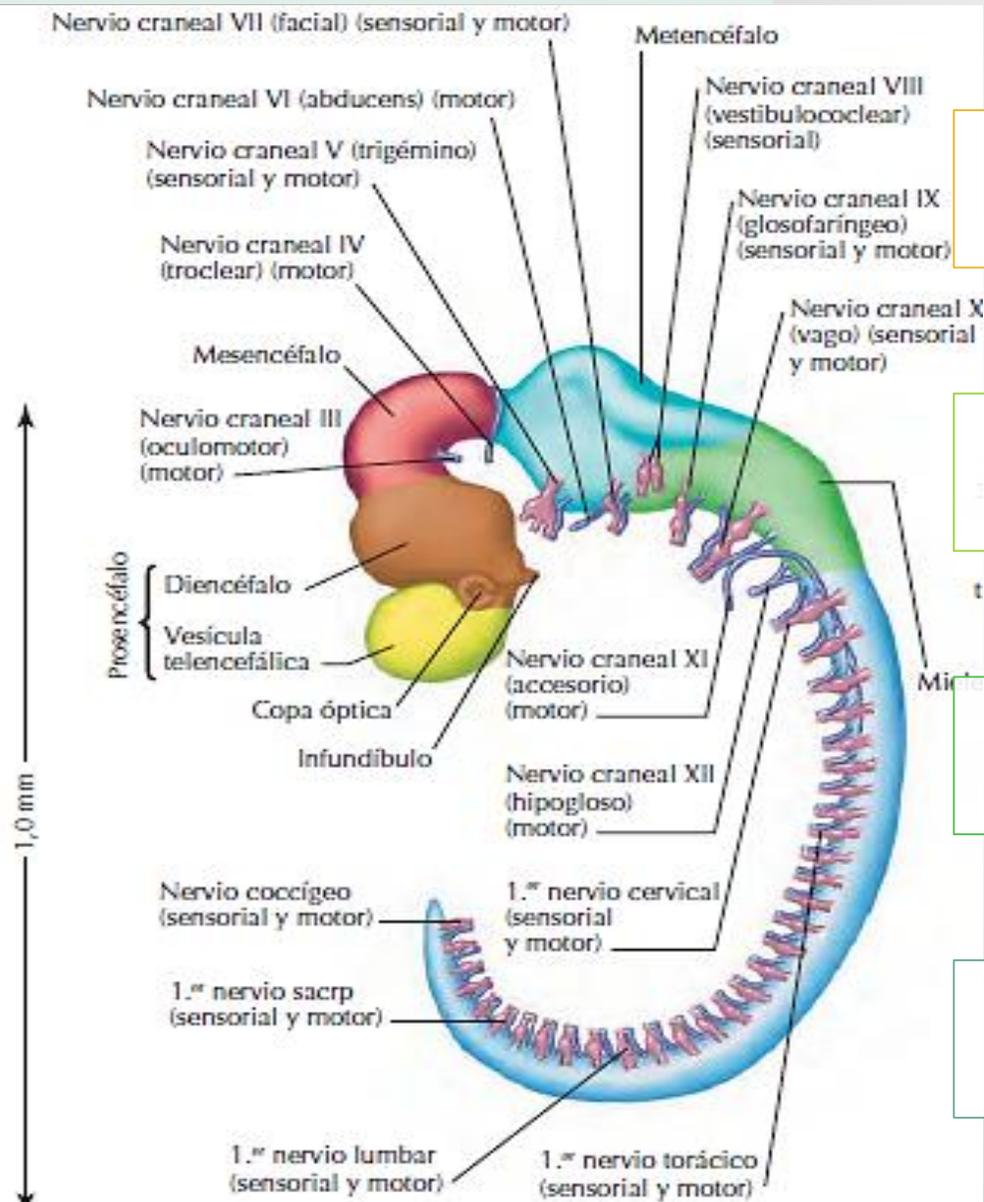
La **placa alar** (desarrollo ME) es la fuente de generación de muchas neuronas sensoriales.

La **placa basal** es la fuente de generación de muchas neuronas motoras



DESARROLLO TEMPRANO DEL ENCEFALO

Sistema Nervioso Central a los 36 días



El **prosencefalo** comienza a expandirse para formar el **diencefalo** (tálamo e hipotálamo) y telencefalo (ganglios basales, regiones límbicas, sistema olfatorio y córtex cerebral).

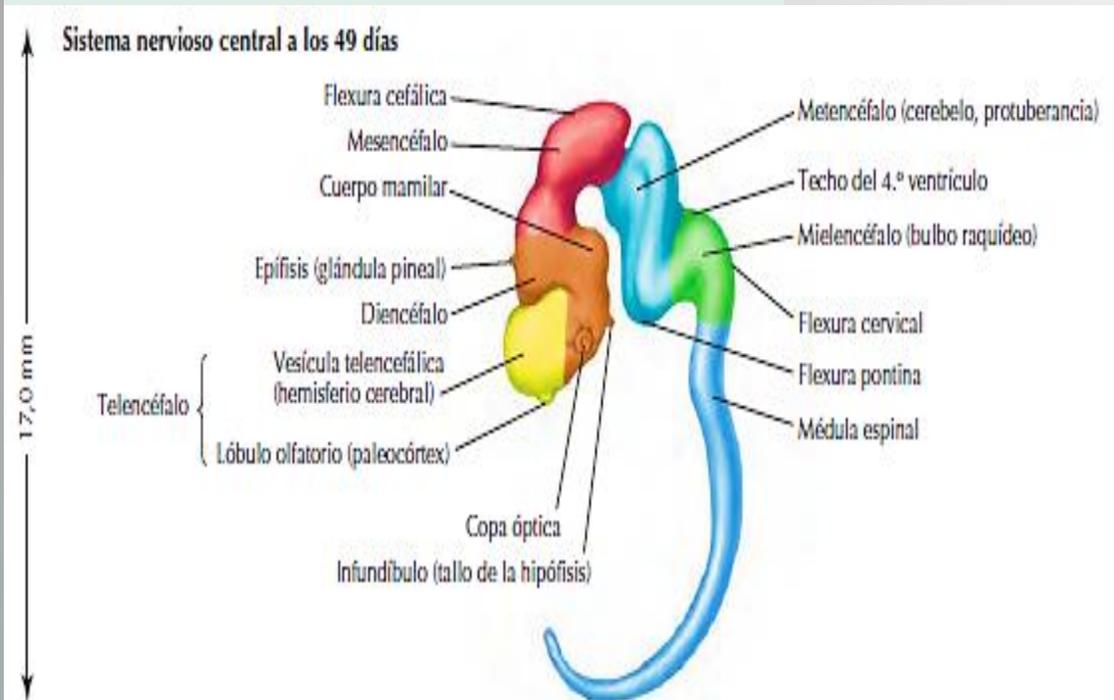
Este rápido crecimiento viene acompañado por la formación del sistema ventricular.

El rombencéfalo se desarrolla posteriormente en dos regiones distintas, el **metencéfalo** (futura protuberancia y cerebelo) y el **mielencéfalo** (futuro bulbo raquídeo).

Comienzan a formarse distintos nervios espinales y craneales.

DESARROLLO TEMPRANO DEL ENCEFALO

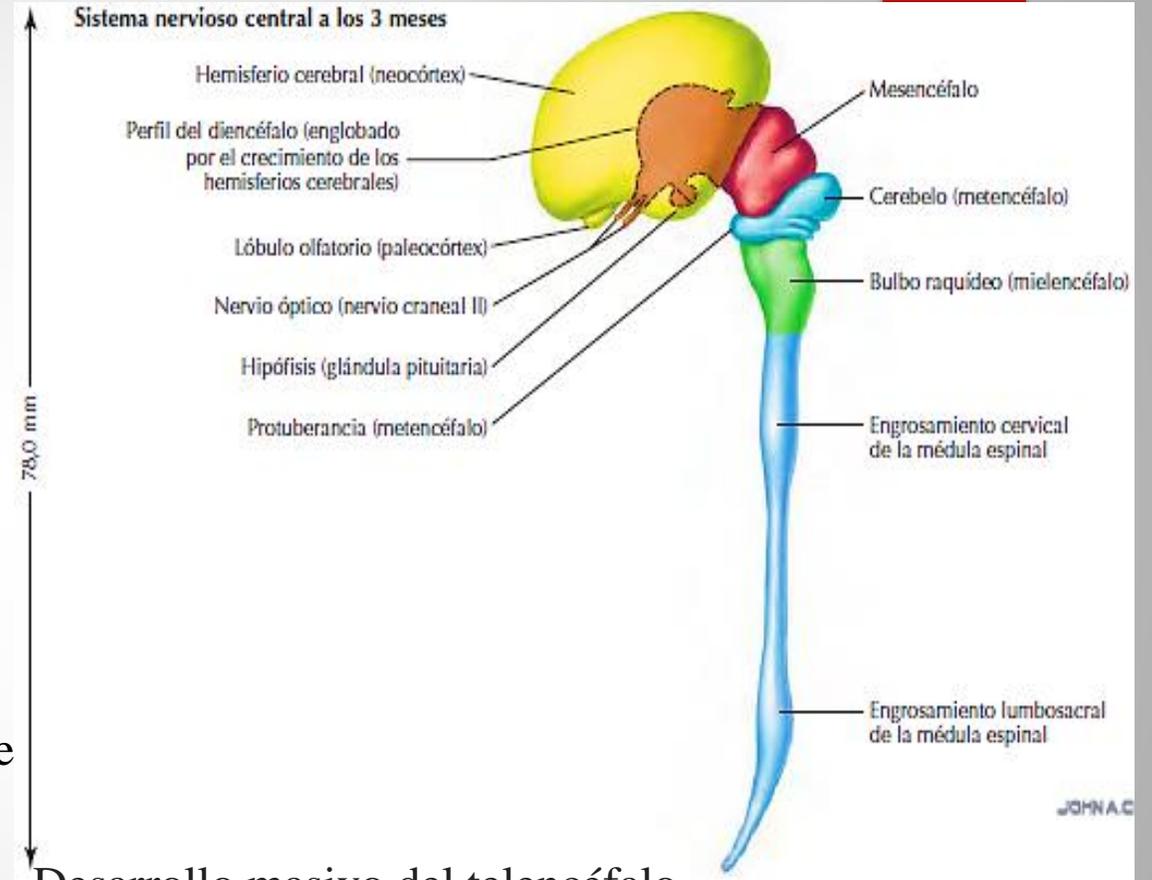
Sistema Nervioso Central a los 49 días



El diencefalo y el telencéfalo se diferencian en componente distintos: el tálamo y el hipotálamo.

El **mesencéfalo** (protuberancia) y el **mielocéfalo** (BR) se desarrollan más y se pliegan, separados por la flexura pontina dorsalmente.

Sistema Nervioso Central a los 3 meses



Desarrollo masivo del telencéfalo.

El **cerebelo** se forma a partir del metencéfalo.

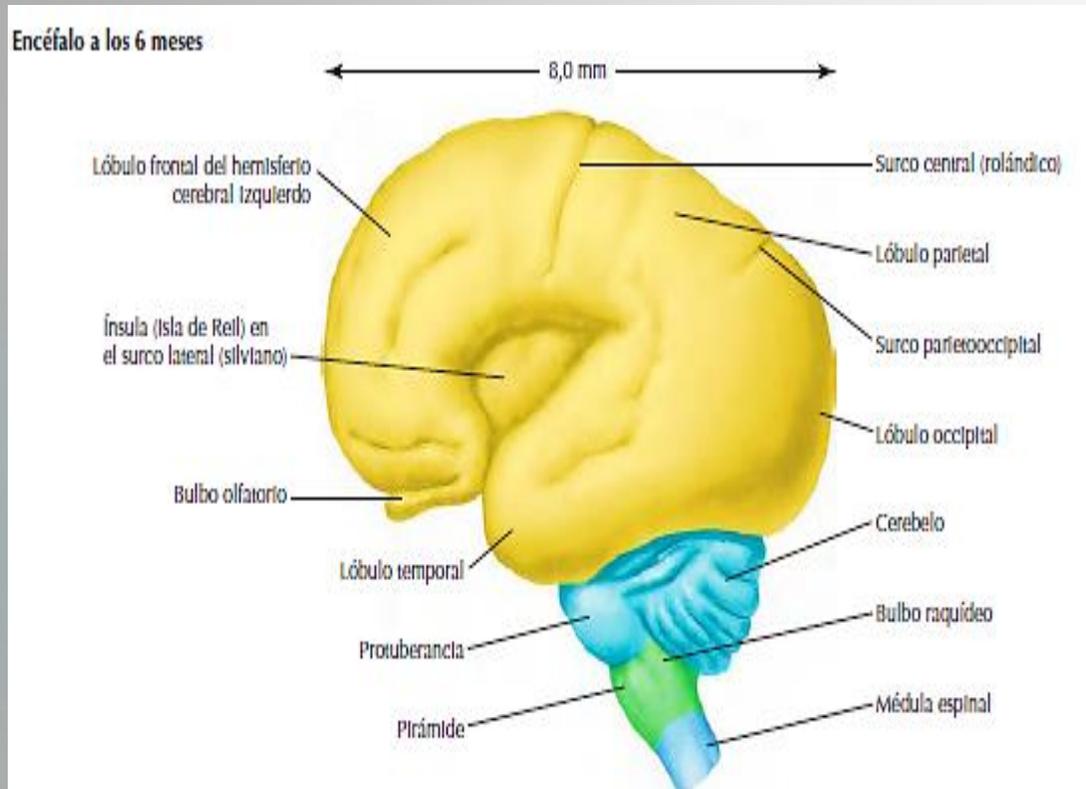
El **mesencéfalo** se expande formando los colículos superiores inferiores (tubérculos cuadrigéminos).

El crecimiento de la ME forma los engrosamientos cervical y lumbosacral.

Un fallo para formar los dos hemisferios provoca la holoprosencefalia

DESARROLLO TEMPRANO DEL ENCEFALO

Sistema Nervioso Central a los 6 meses

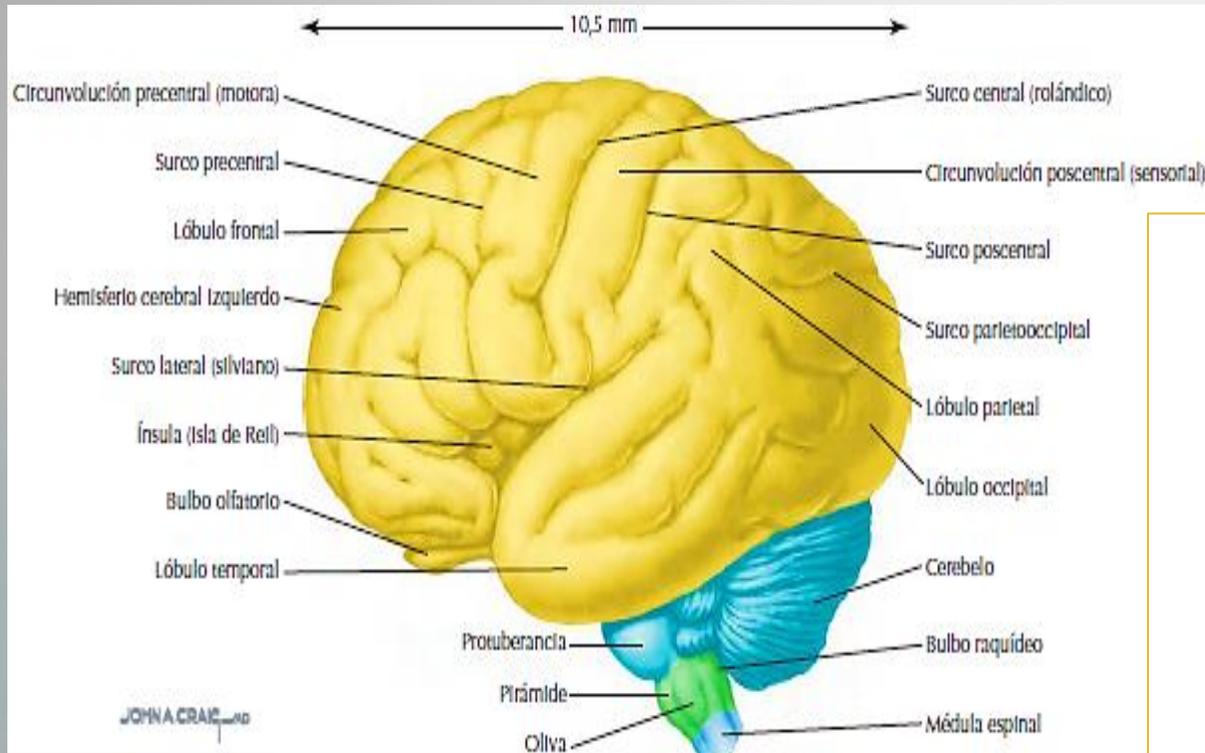


El tronco encefálico se ha diferenciado en el BR, la protuberancia y el mesencéfalo, con el cerebelo en desarrollo.

- Aunque el diencéfalo se desarrolla rápidamente, el telencéfalo muestra un crecimiento masivo primero cranealmente y después caudalmente, hacia abajo y hacia delante en el lóbulo temporal.

DESARROLLO TEMPRANO DEL ENCEFALO

Sistema Nervioso Central a los 9 meses



El córtex cerebral forma sus circunvoluciones y surcos, y el córtex cerebelar forma sus repliegues distintivos, las laminillas.

- Dentro del prosencéfalo, se desarrollan los ganglios basales, la amígdala y la formación hipocámpal), el sistema olfatorio y el córtex cerebral.

LISENCEFALIA

- Apariencia de superficie cortical lisa

MICROGIRIA/PAQUIGIRIA

- Circunvoluciones pueden ser inusualmente pequeñas o grandes .

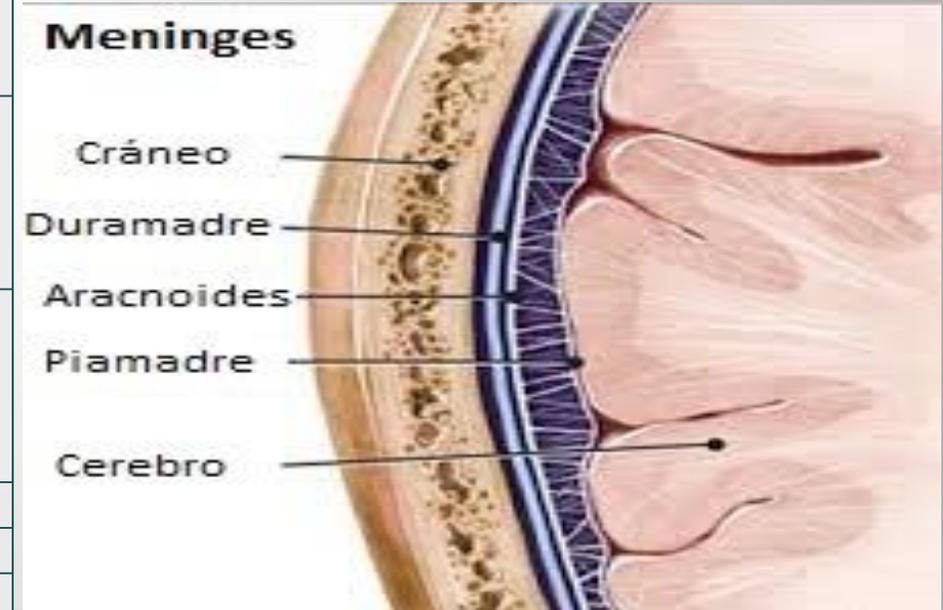
DEFICITS NEUROLOGICOS

- Retraso mental

2.4. MENINGES, SISTEMA DE VENTRÍCULOS Y LÍQUIDO CEFALORRAQUÍDEO.

- Las **MENINGES** son membranas de tejido conectivo que cubren todo el SNC.

	<p>DURAMADRE</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La meninge externa • Es una resistente membrana • Formada por la capa endóstica y la capa meníngea.
	<p>ARACNOIDES</p>	<ul style="list-style-type: none"> • En la cara interna de la duramadre • Membrana con forma de tela de araña).
	<p>ESPACIO SUBARACNOIDEO</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Debajo de la membrana aracnoides. • Contiene numerosos vasos sanguíneos de gran tamaño y LCR
	<p>PIAMADRE</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Meninge interna que protege el SNC y ME.



DURAMADRE

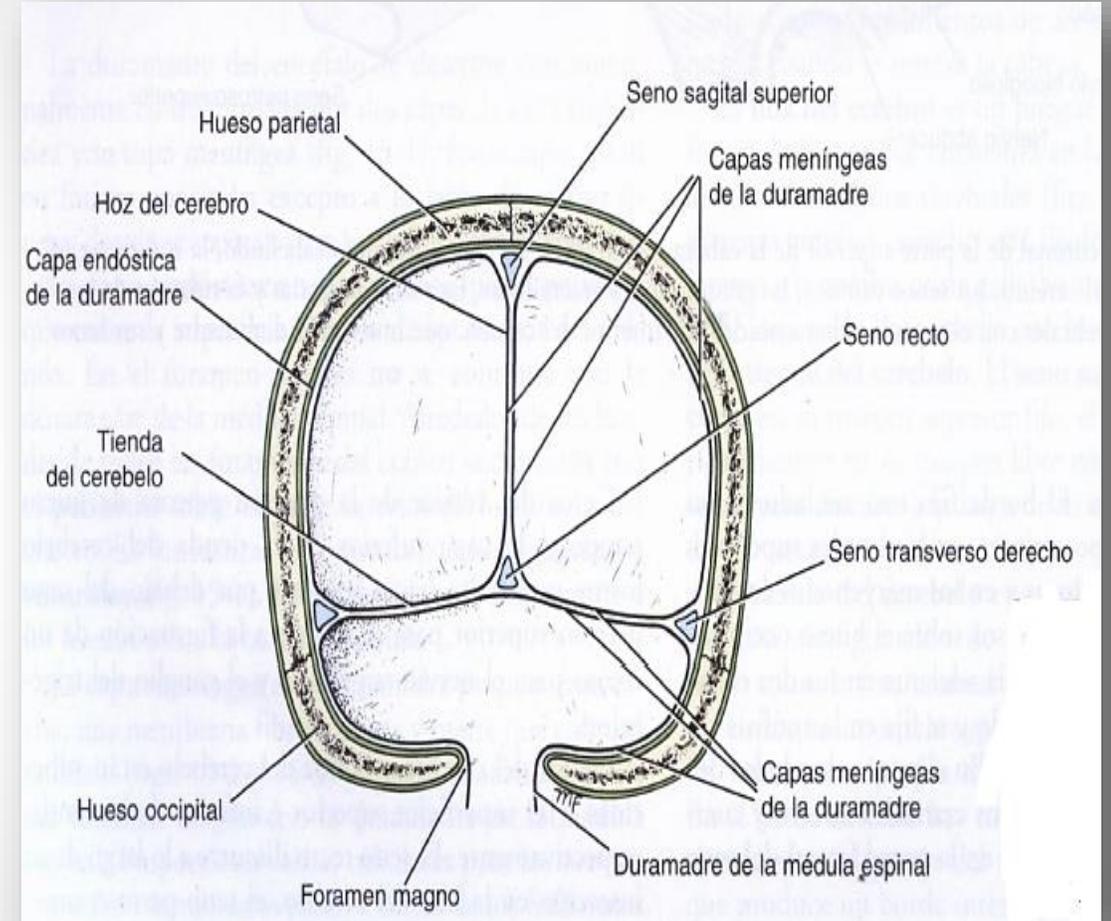
La **capa endóstica** es el periostio que cubre la superficie interna de los huesos del cráneo.

- La **capa meníngea** es la duramadre propiamente dicha, una membrana fibrosa densa y fuerte que cubre el encéfalo.

La **hoz del cerebro** es un pliegue de duramadre con forma de hoz que se encuentra en la línea media entre los dos hemisferios cerebrales

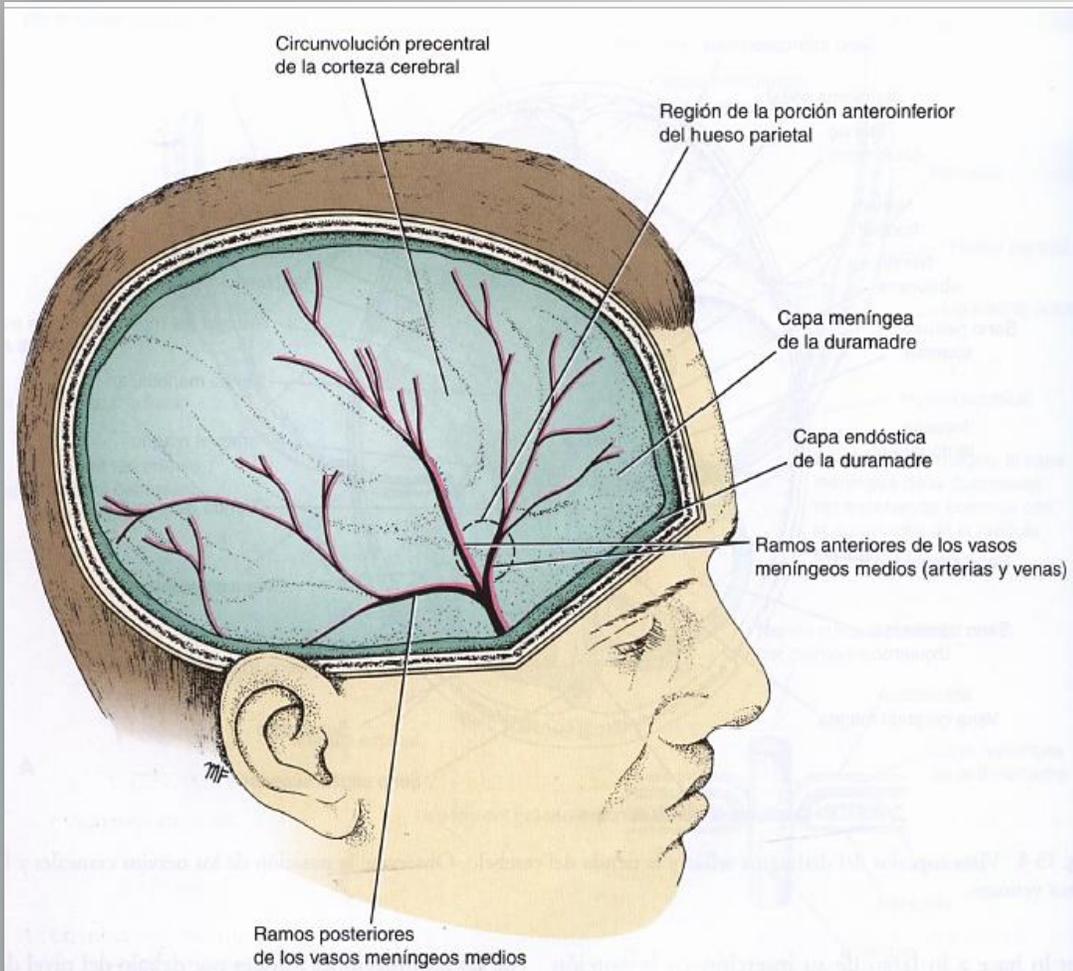
- La **tienda del cerebelo** es un pliegue de la duramadre con configuración de medialuna que forma un techo sobre la fosa craneal

El **diafragma selar** es un pliegue de duramadre que recubre la silla turca.



<https://sketchfab.com/3d-models/meninges-del-encefaloencephalon-meninges-9dca981d2c8a4adaba9a853f7ff05e0a>

IRRIGACIÓN DE LA DURAMADRE



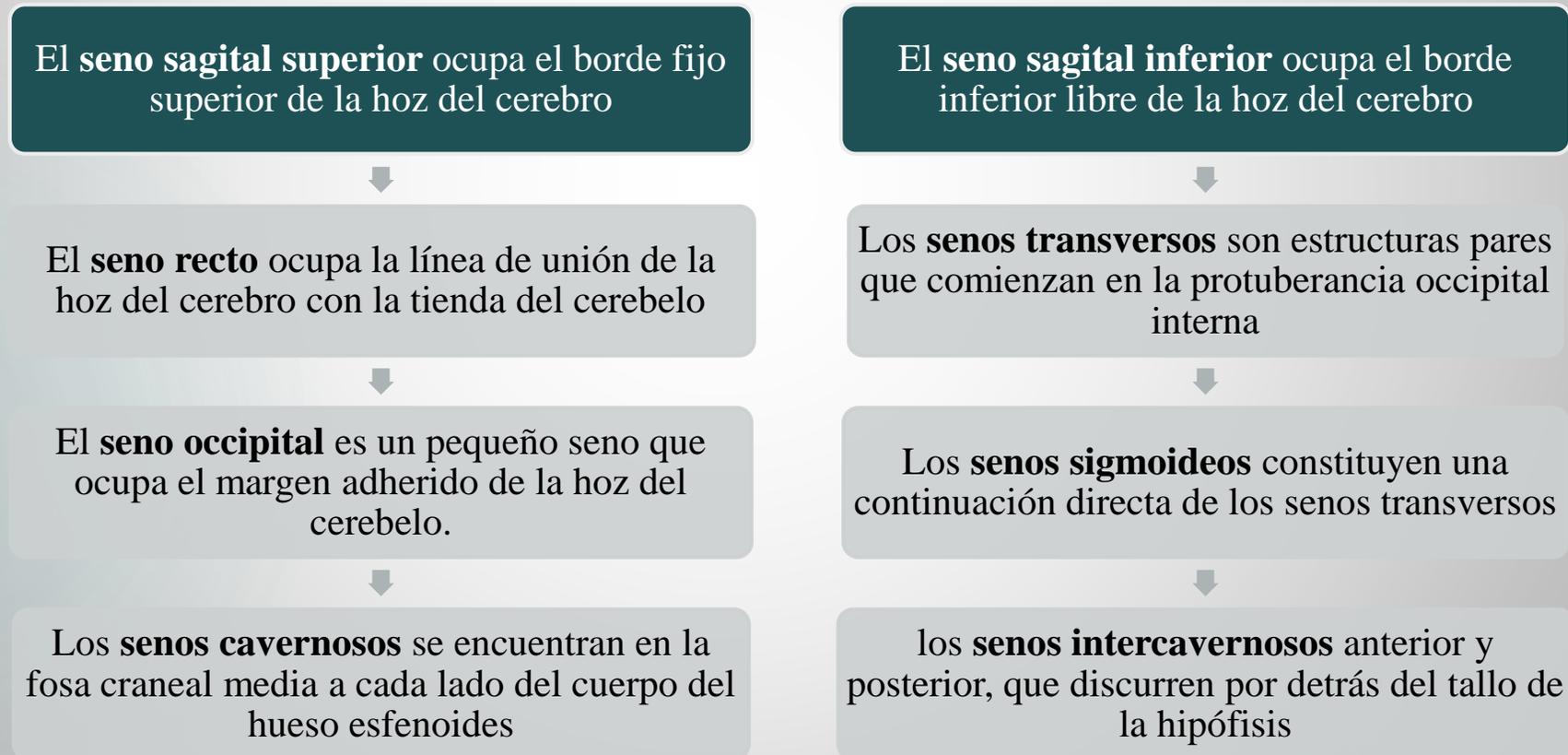
Irriga las arterias carótida interna, maxilar, faríngea ascendente, occipital y vertebral.

- La arteria más importante es la **arteria meníngea media** que se origina en la arteria maxilar en la fosa infratemporal. Entra a través del foramen espinoso y luego se ubica entre las capas meníngea y endóstica de la duramadre

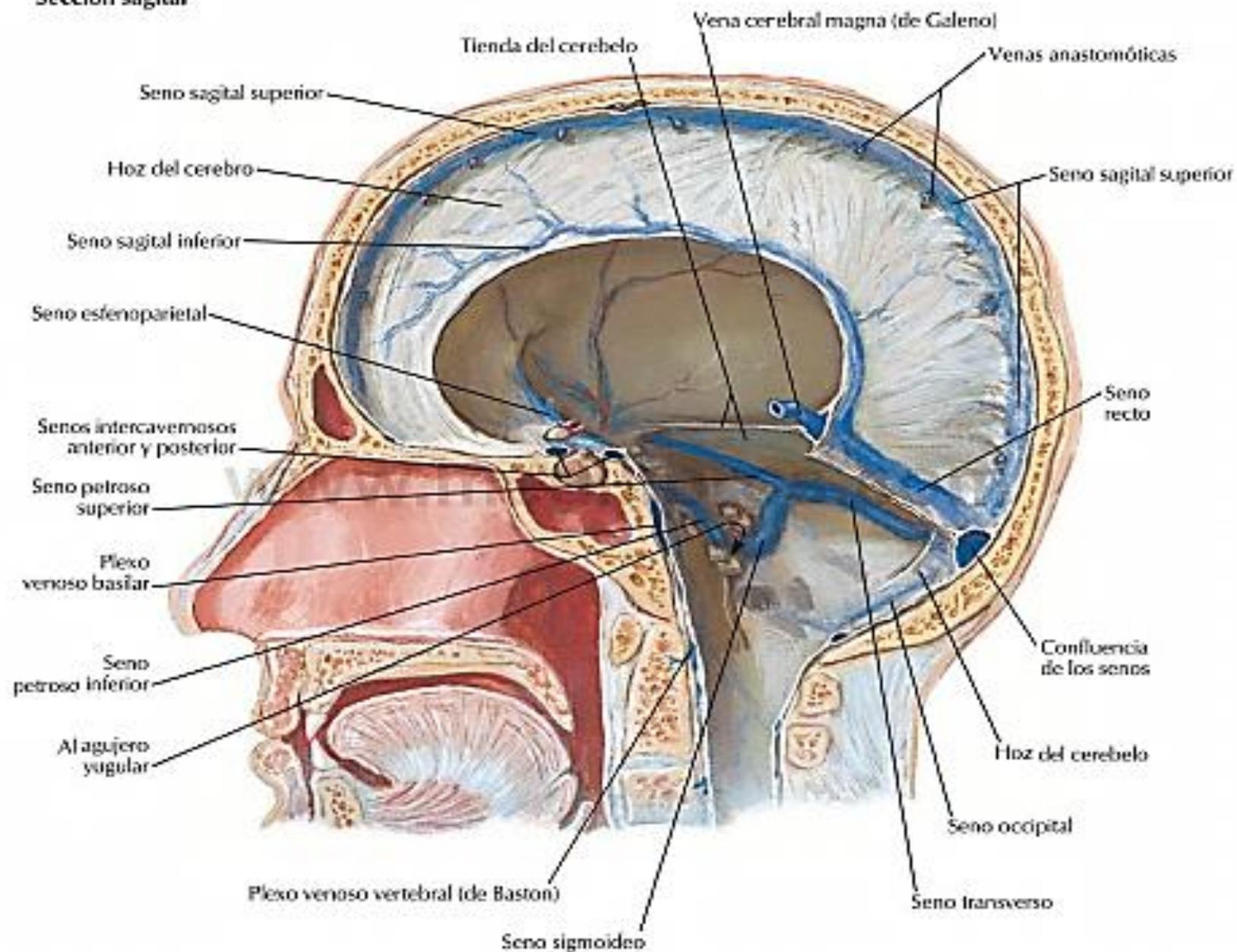
Las venas meníngeas se encuentran en la capa endóstica de la duramadre.

SENOS DURALES DE LA DURAMADRE

- ▶ Los senos venosos de la cavidad craneal se localizan entre las capas de la duramadre.
- ▶ Su principal función consiste en recibir sangre desde el encéfalo a través de las venas y LCR desde el espacio subaracnoideo. La sangre de los senos derales finalmente drena en las venas yugulares internas del cuello. Los senos derales están revestidos por endotelio y sus paredes son gruesas pero carecen de tejido muscular. No contienen válvulas.



Sección sagital



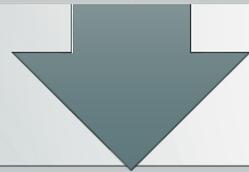
ARACNOIDES

Es una membrana impermeable que cubre el encéfalo y se ubica entre la piamadre, separada por el *espacio subaracnoideo* (LCR) y la duramadre, separada por el *espacio subdural*. La aracnoides forma puentes sobre los surcos de la superficie del encéfalo para formar las **CISTERNAS SUBARACNOIDEAS**.

Todas las cisternas se comunican libremente entre sí y con el resto del espacio subaracnoideo

La **cisterna cerebelobulbar** se ubica entre la superficie inferior del cerebelo y el techo del 4° ventrículo.

La **cisterna interpeduncular** se halla entre los dos pedúnculos cerebrales.



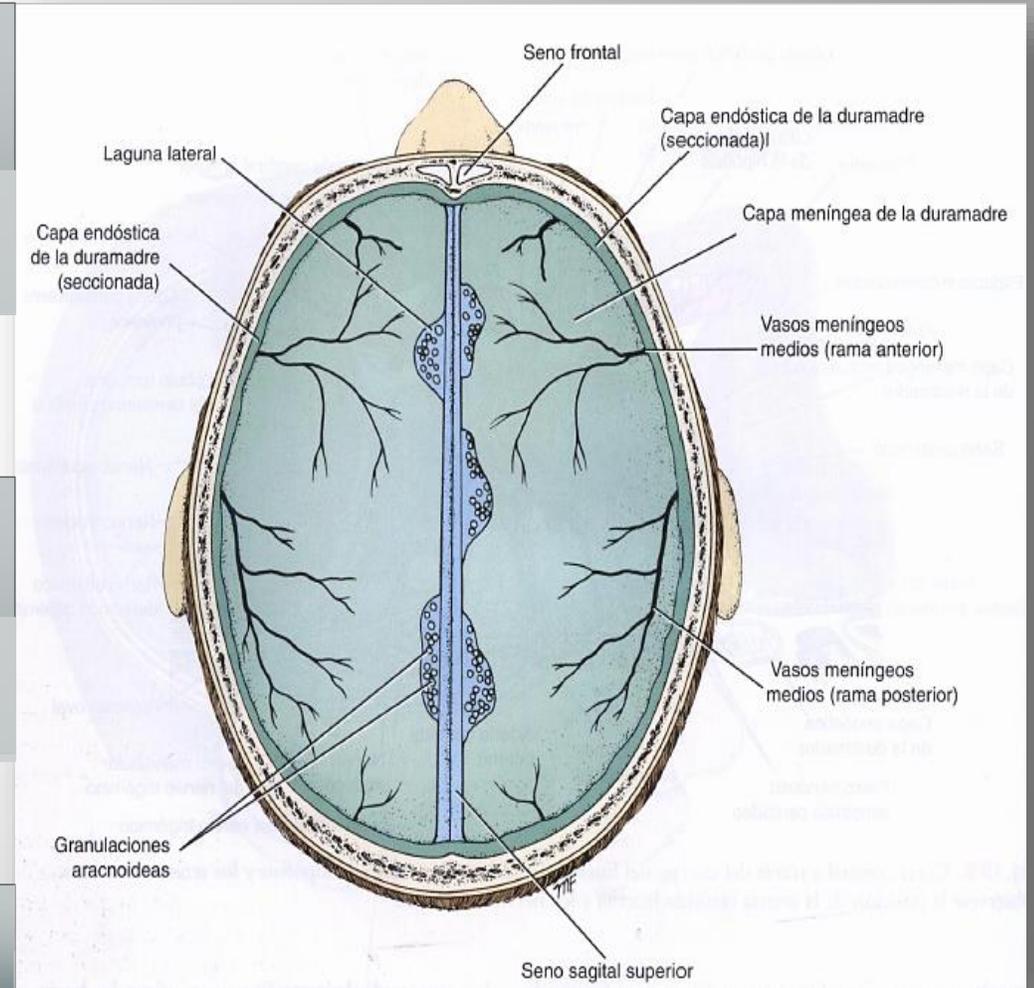
En ciertas áreas la aracnoides se proyecta en los senos venosos para formar las **vellosidades aracnoideas**

Estas vellosidades son muy abundantes a lo largo del seno sagital superior

Los grupos de vellosidades aracnoideas se denominan **granulaciones aracnoideas**



Las vellosidades aracnoideas sirven como sitios en los que el LCR se difunde hacia el torrente sanguíneo.



PIAMADRE

Capa meninge mas interna

Es una capa muy fina y transparente de tejido conectivo que está adherida a la superficie del SNC.

Membrana vascular

Está cubierta por células mesoteliales aplanadas que reviste totalmente el encéfalo.

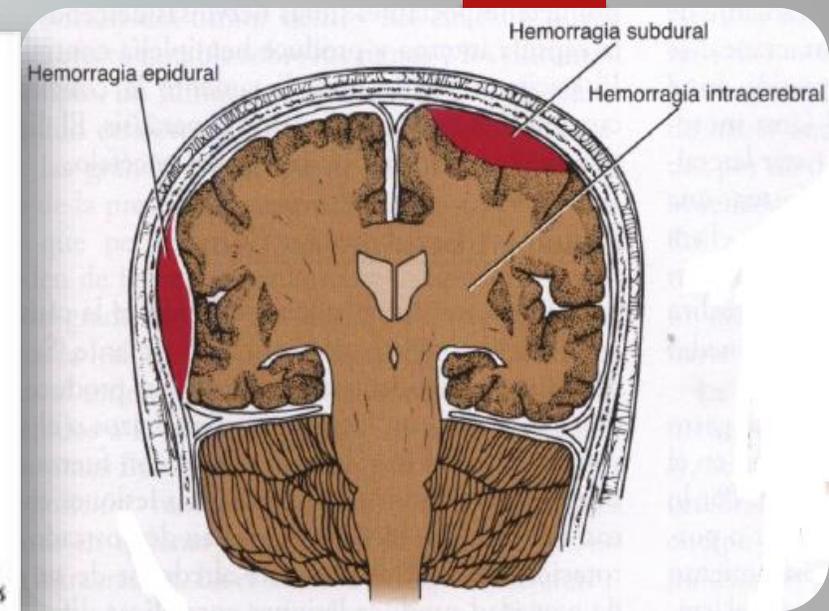
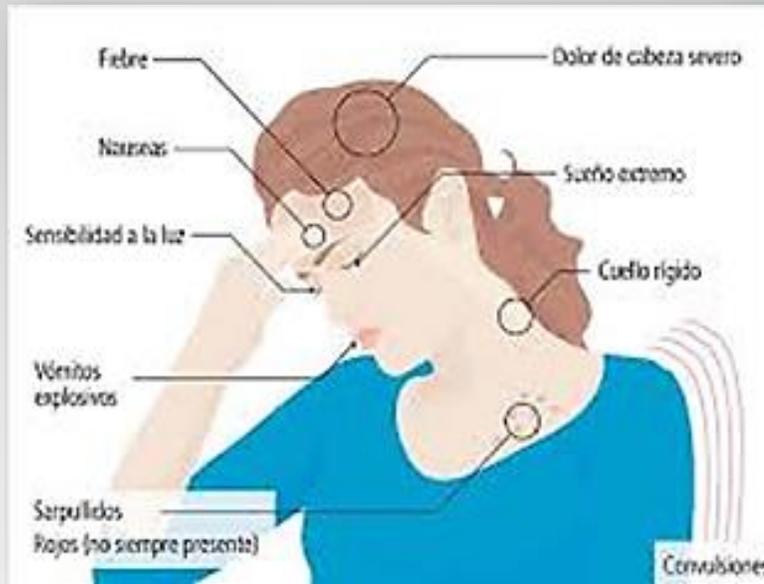
Forma la tela coroidea del techo de los ventrículos tercero y cuarto del encéfalo

Se fusiona con el epéndimo para formar los plexos coroideos en los ventrículos lateral, tercero y cuarto.

Implicaciones clínicas

<https://www.youtube.com/watch?v=PIFSiMUFxD0>

<https://www.youtube.com/watch?v=l6ynaO3c3VI>



MENINGITIS

- Es una infección caracterizada por la inflamación de las meninges que en el 80% por ciento de los casos es causada por virus, en el 15-20% por bacterias y en el resto de los casos se debe a intoxicaciones.

HEMORRAGIA EPIDURAL

- La lesión mas frecuente es la arteria menígea media. Puede generar ruptura de la duramadre. Como consecuencia, se crea un coagulo de sangre, aumenta la presión intracraneal en regiones motoras.

HEMORRAGIA SUBDURAL

- La lesión suele ser por un TCE que produce una ruptura de la venas cerebrales superiores. La lesión puede ser bilateral

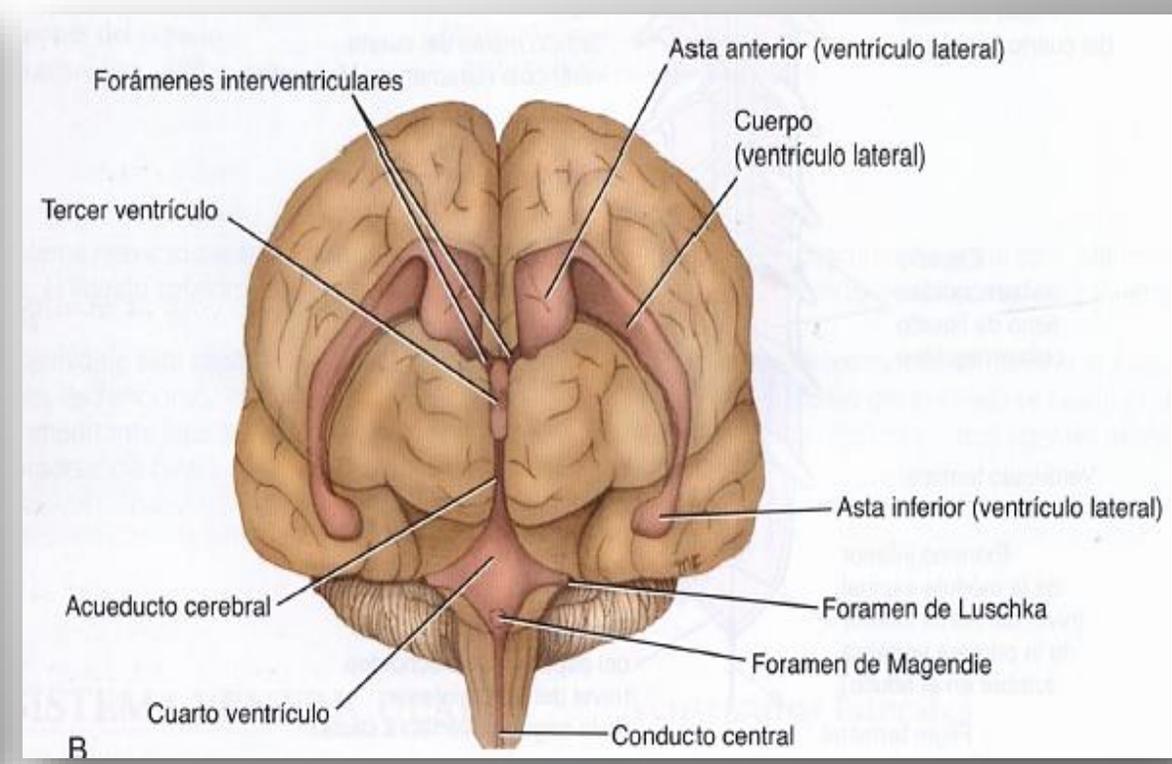
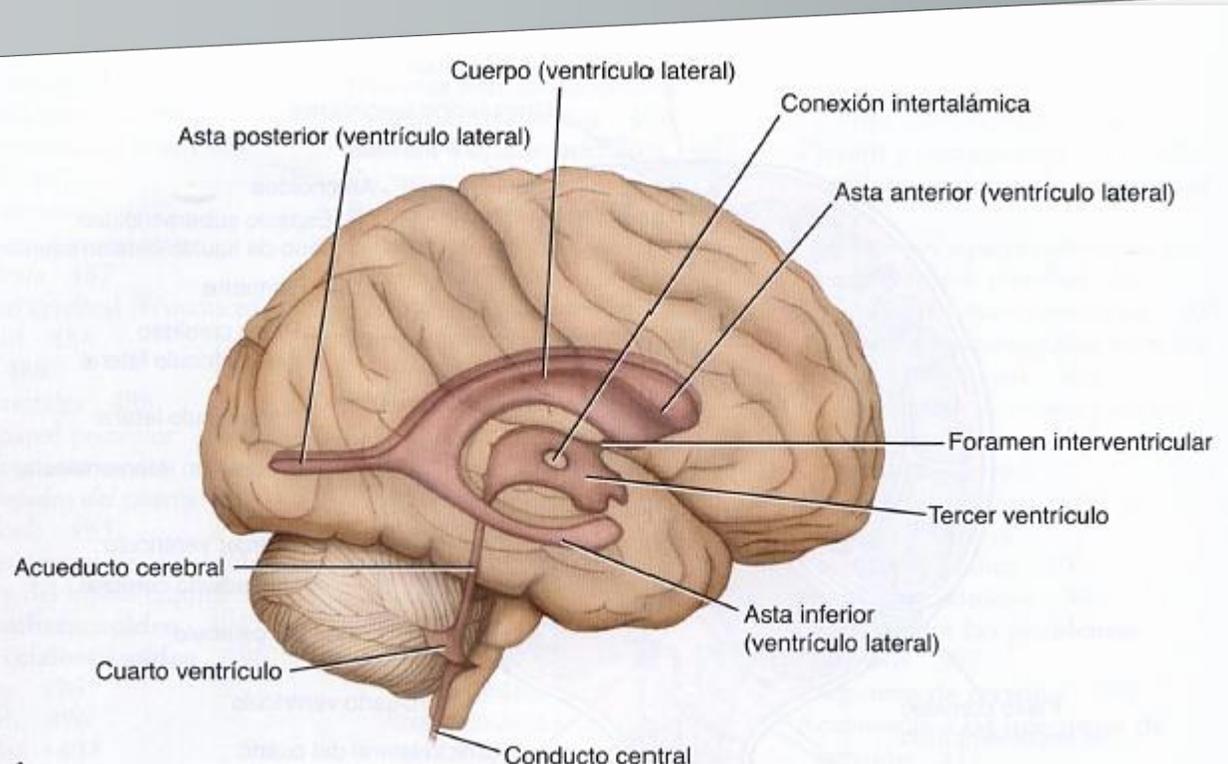
HEMORRAGIA SUBARACNOIDEA

- SE produce por rotura de un aneurisma congénito en el polígono de Willis. Los síntomas incluyen cefalea intensa, rigidez de nuca y perdida de consciencia.

SISTEMA VENTRÍCULAR

Los ventrículos cerebrales son cavidades comunicadas entre sí, por donde circula el LCR. Hay un ventrículo lateral en cada hemisferio cerebral, comunicados con el III ventrículo, situado en la línea media entre los tálamos. El IV ventrículo se localiza entre el tronco cerebral y el cerebelo. El LCR que se forma en los plexos coroideos de cada ventrículo lateral fluye al III ventrículo por un par de agujeros (AGUJEROS DE MONRO). A partir del III ventrículo el LCR circula hacia el IV ventrículo a través del ACUEDUCTO DE SILVIO. De aquí pasa al espacio subaracnoideo que rodea el encéfalo y la ME y también al epéndimo. El conducto central del epéndimo es un pequeño conducto que se extiende a lo largo de la ME.

<https://sketchfab.com/3d-models/brain-ventricles-c61b26f837a84022a5186bde95bb4d4a>

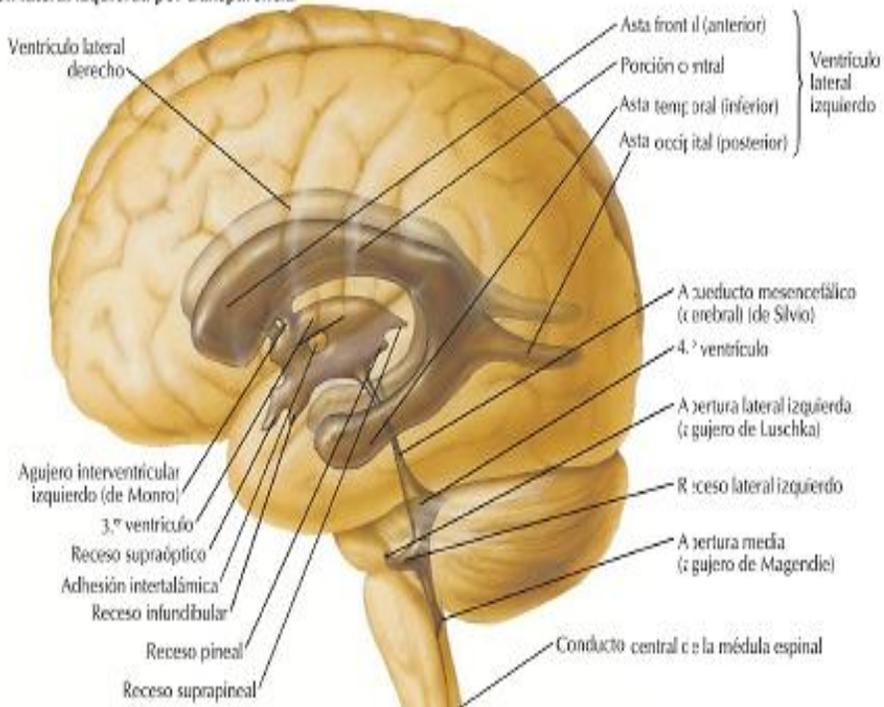


VENTRICULOS LATERALES

El ventrículo es una cavidad con la forma de una C que está formada por un cuerpo que ocupa el lóbulo parietal y desde el cual se extienden las astas anterior, posterior e inferior en los lóbulos frontal, occipital y temporal, respectivamente.

El ventrículo lateral se comunica con la cavidad del 3º ventrículo a través del foramen interventricular. El cuerpo del ventrículo lateral tiene un techo, un suelo y una pared medial

Visión lateral izquierda por transparencia



La **pared medial** está formada por el septum pellucidum

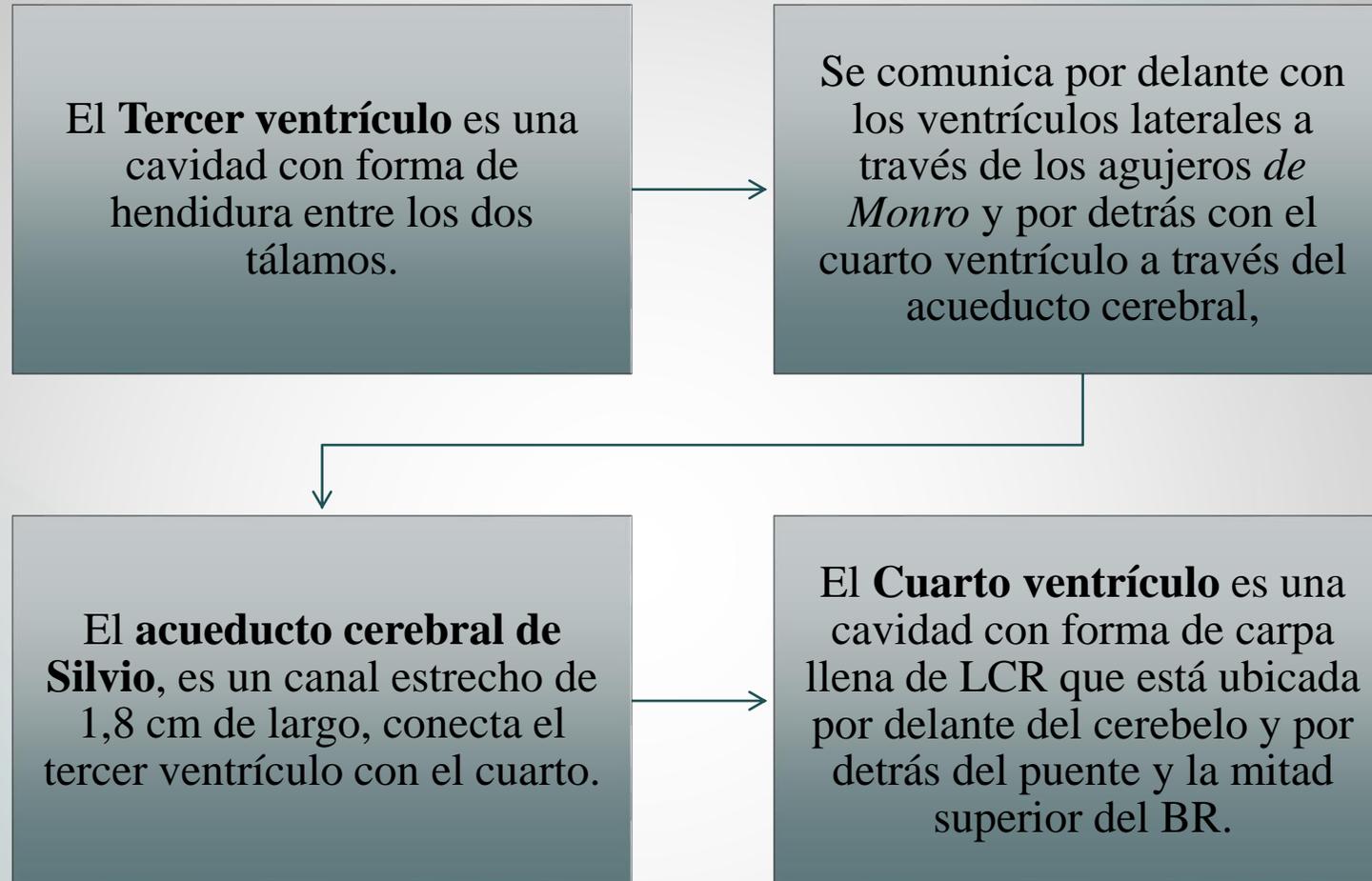
El **techo** está formado por la superficie inferior del cuerpo calloso

El **suelo** está formado por el cuerpo del núcleo caudado y el margen lateral del tálamo.

El plexo coroideo del ventrículo se proyecta en el cuerpo ventricular

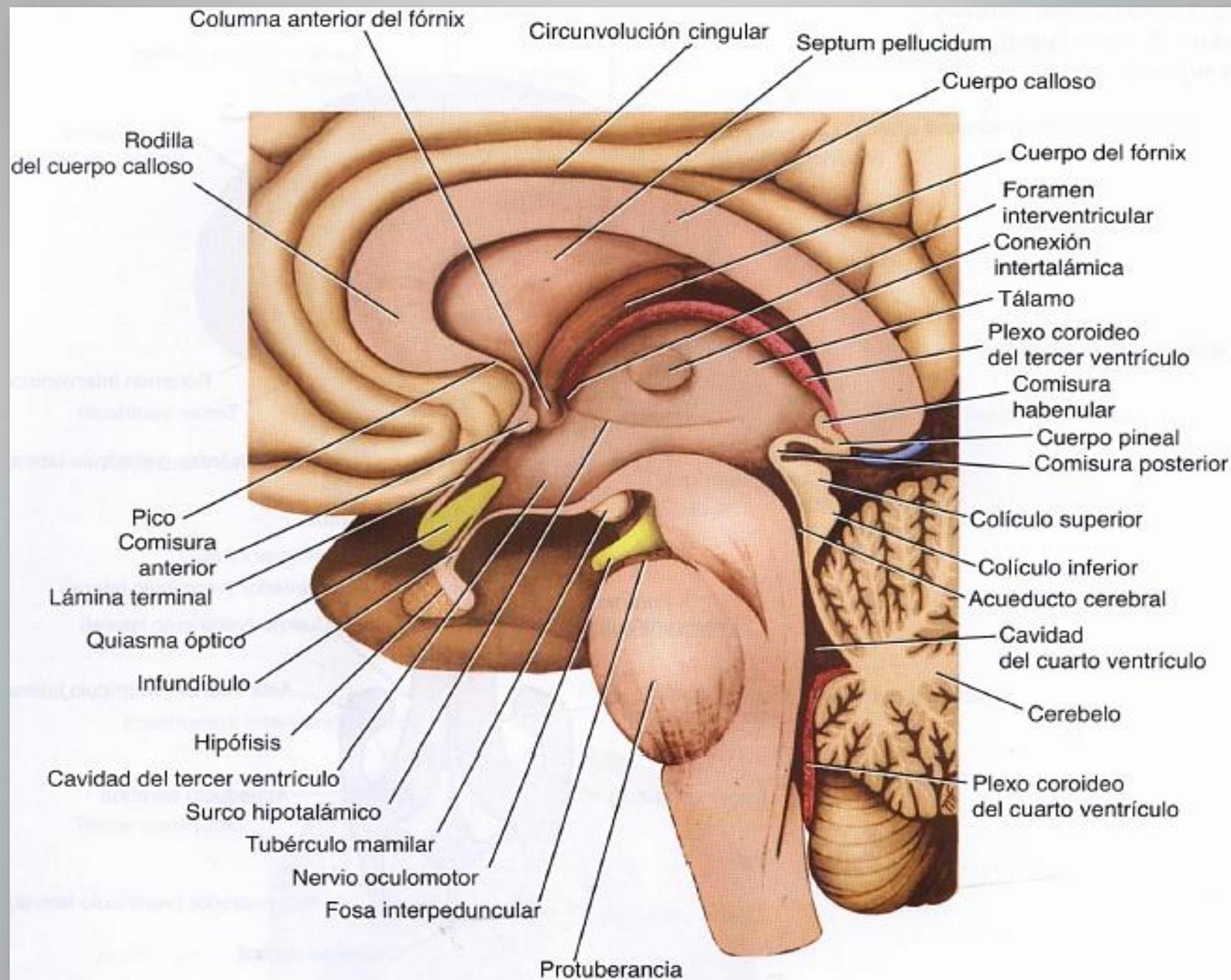
<https://sketchfab.com/3d-models/ventricular-system-2980db083f3a4f208e11705c8ca3ada2>

TERCER Y CUARTO VENTRICULO



Implicaciones clínicas

EPENDINOMAS es un tumor que nacen en las células endimarias que revisten el 4 ventrículo. Este tumor puede invadir el cerebelo y producir signos de deficiencia cerebelosa o ejercer presión sobre los núcleos de los nervios hipogloso y vago controlan los movimientos de la lengua, la deglución, la respiración, la frecuencia cardíaca y la presión arterial.



LIQUIDO CEFALORRAQUIDEO

Este líquido se produce en unas estructuras vasculares situadas en las paredes de los Ventrículos llamadas **plexos coroideos**. Son redes de capilares cubiertas de células endoteliales que forman el LCR a partir de la filtración del plasma sanguíneo.

COMPOSICIÓN

Aspecto	Claro e incoloro
Volumen	130 mL
Velocidad de producción	0,5 mL/min
Presión	(punción lumbar 60-150 mm de agua con el paciente en posición de decúbito lateral)
Proteínas	15-45 mg/100 mL
Glucosa	50-85 mg/100 mL
Cloruro	720-750 mg/100 mL
Número de células	0-3 linfocitos/mm ³

FUNCIONES

1. Actúa como amortiguador y protege de traumatismos al SNC

2. Proporciona estabilidad mecánica y sostén al encéfalo

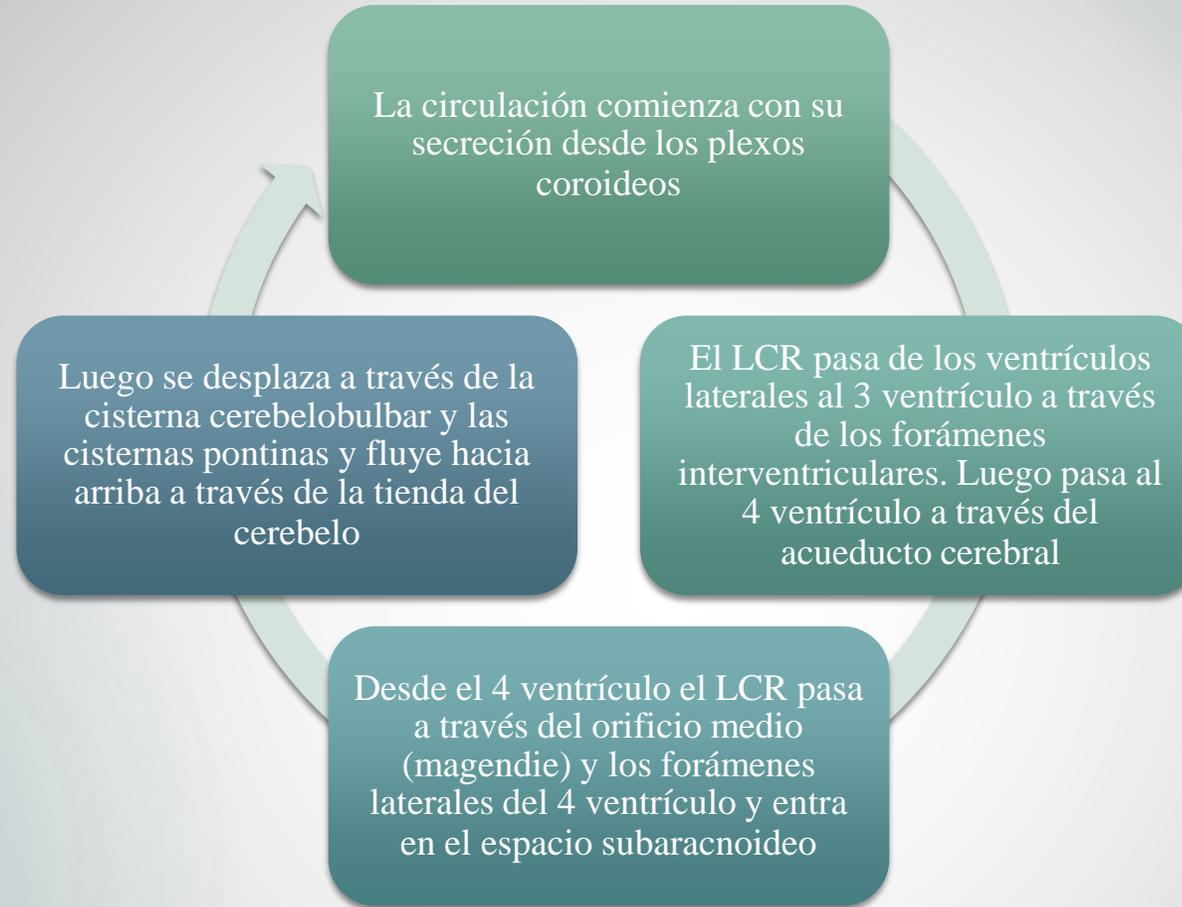
3. Sirve como reservorio y ayuda en la regulación del contenido del cráneo

4. Nutre al SNC

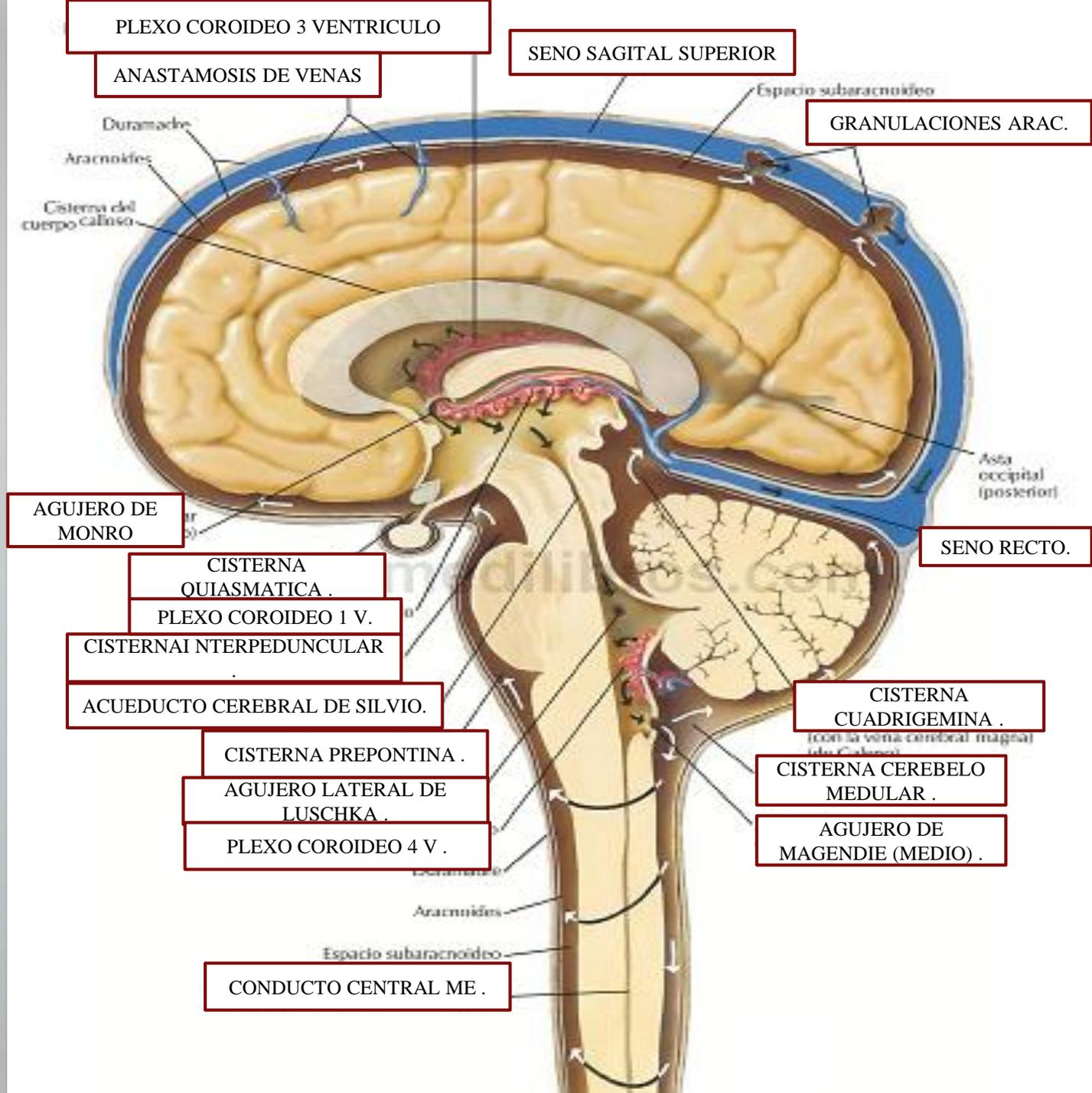
5. Elimina metabolitos del SNC

6. Sirve como vía para que las secreciones pineales alcancen la hipófisis

CIRCULACIÓN Y ABSORCIÓN DEL LCR



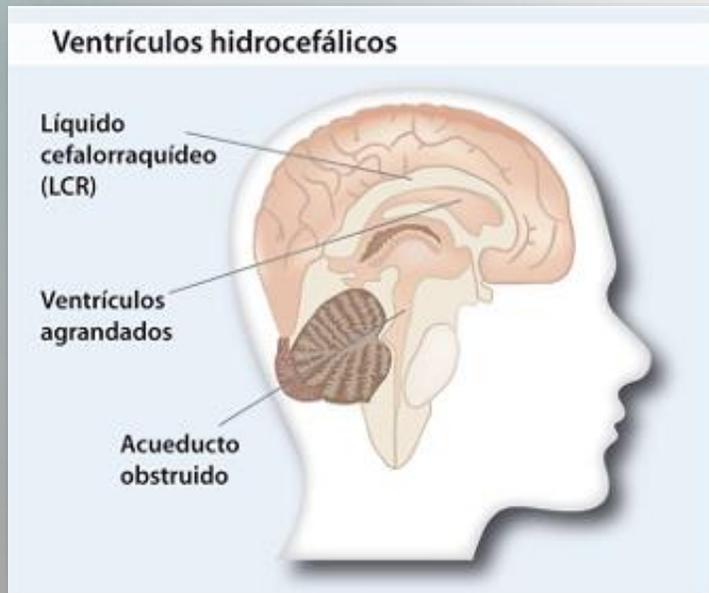
La absorción del LCR se produce en las **vellosidades o granulaciones aracnoideas**, sobre todo el **seno sagital superior**. La absorción de LCR ocurre cuando la presión del LCR excede la presión del seno. Cuando la presión venosa aumenta y excede la presión del LCR se comprimen las vellosidades, por lo que estas sirven como válvulas.



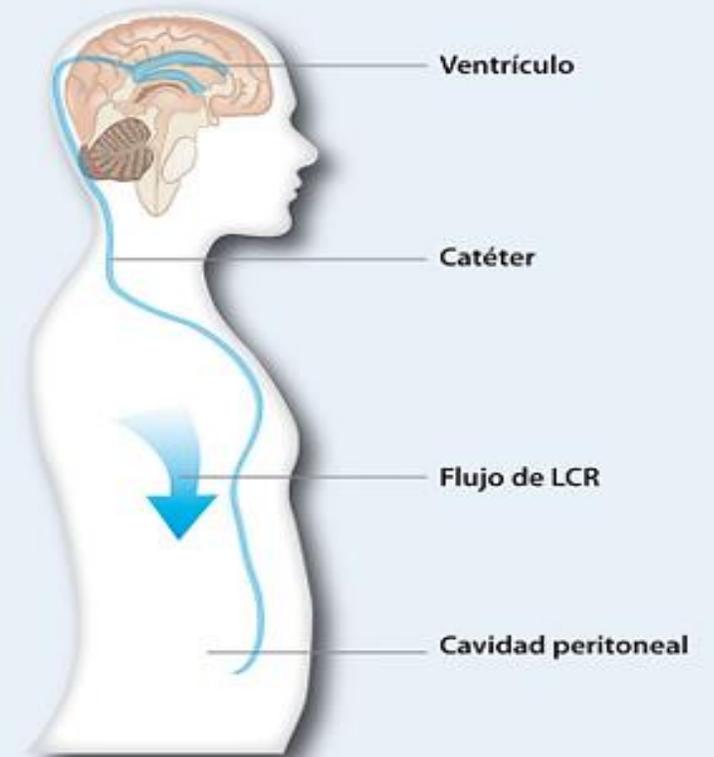
Implicaciones clínicas

Si el flujo del LCR está bloqueado por un tumor cercano al **acueducto cerebral**, se produce una acumulación de LCR en el interior de los ventrículos que hace que se dilaten, lo que provoca un cuadro clínico denominado **HIDROCEFALIA** (agua en la cabeza).

1. **Hidrocefalia no comunicante:** la presión elevada del LCR se debe al bloqueo en algún punto entre su formación en los plexos coroideos y su salida a través de los forámenes en El 4 ventrículo.
2. **Hidrocefalia comunicante:** no hay obstrucción dentro del sistema ventricular ni en su flujo de salida; el LCR alcanza libremente el espacio subaracnoideo y se encuentra bajo presión elevada.



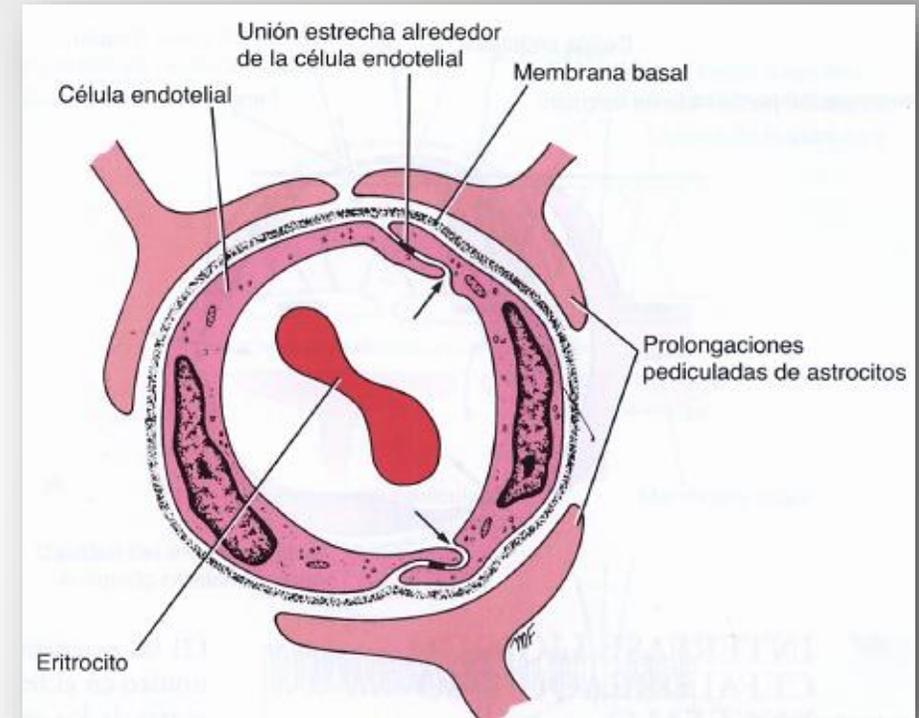
Derivación



Se introduce un pequeño catéter en uno de los ventrículos del cerebro y se le conecta una bomba para mantener el líquido lejos del cerebro. Se conecta otro catéter a la bomba y se introduce en forma de túnel (debajo de la piel) por detrás de la oreja haciendo que baje por el cuello y el pecho. El catéter debe llegar hasta la cavidad peritoneal o abdominal donde el LCR se absorbe.

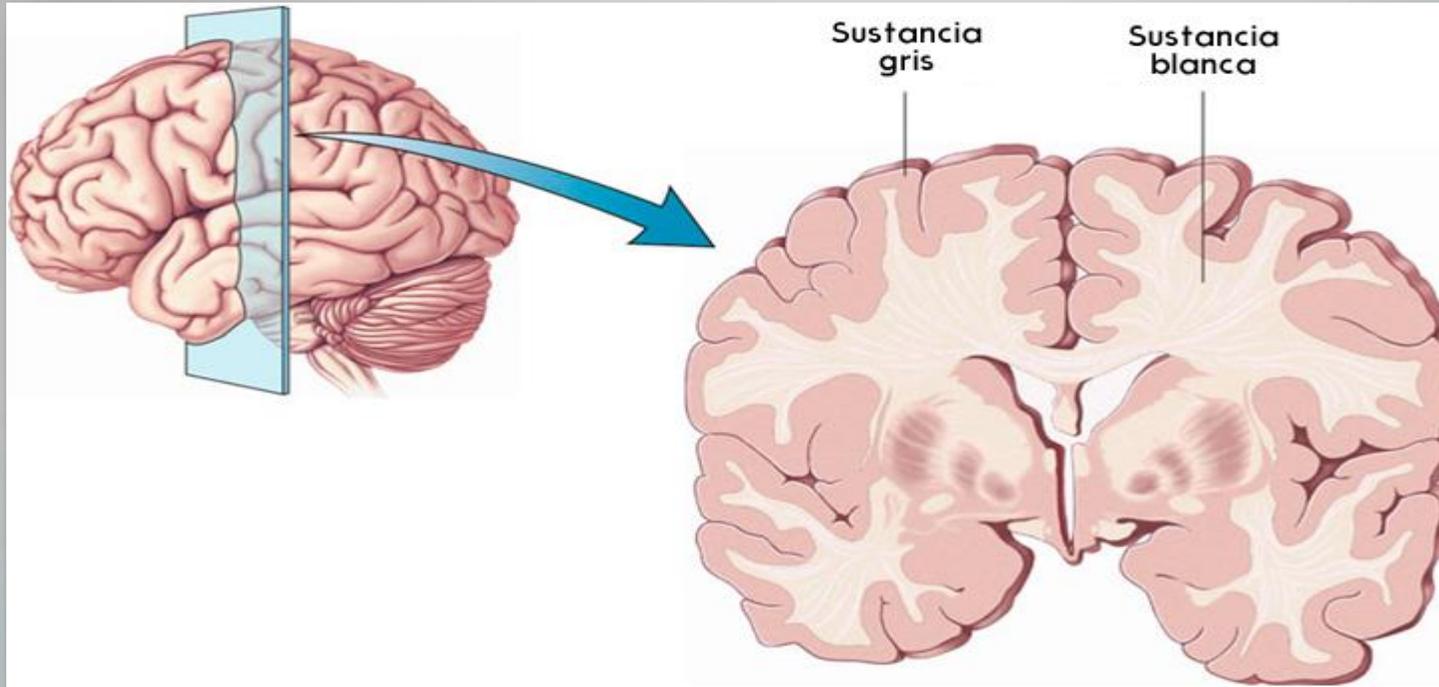
BARRERA HEMATOENCEFALICA Y HEMATORRAQUIDEA

- El SN está aislado de la sangre por medio de la **BARRERA HEMATOENCEFALICA**. Es un mecanismo que impide el paso de sustancias tóxicas desde la sangre al encéfalo. Está formada gracias a las uniones estrechas entre las células endoteliales de los capilares sanguíneos.
- En el encéfalo, las células de los vasos sanguíneos están compactamente unidas, formando una barrera que frena el paso de muchas moléculas -en particular las de gran tamaño-. Los gases y el agua atraviesan fácilmente la barrera, mientras que la glucosa y los electrolitos pasan más lentamente. El grado en que los psicofármacos influyen en los procesos psicológicos depende de la facilidad con la que atraviesen la barrera hematoencefálica.
- La barrera hematoencefálica no impide el paso de todas las moléculas grandes (p.ej., la glucosa)



La **BARRERA HEMATORRAQUIDEA** tiene una permeabilidad selectiva al paso de sustancias que no pueden entrar al LCR. Es probable esta formada por las uniones estrechas entre las células epiteliales coroideas

ESTRUCTURA DEL ENCEFALO: SUSTANCIA GRIS Y BLANCA



La **SUSTANCIA BLANCA** consiste en fibras nerviosas incluidas en la neuroglia y es de color blanco debido a la presencia de material lipídico en las vainas de mielina de muchas de las fibras nerviosas.

La **SUSTANCIA GRIS** contiene los cuerpos celulares de las neuronas, dendritas, axones y neuroglia y es de color gris.

VIAS DE PROYECCION DE SUSTANCIA BLANCA

- ▶ Cada división del SNC se comunica entre si o con otras divisiones mediante las **vías** formadas por las agrupaciones de axones.
- ▶ Estas agrupaciones forman a su vez estructuras que reciben distintas denominaciones:

TRACTO

- Colección de axones del SNC que tienen un mismo origen y un mismo destino.

FASCICULO

- Colección de axones que recorren el SNC que pueden tener un mismo origen y distinto fin, distinto origen y mismo fin o distinto origen y distinto fin. El fascículo asocia generalmente distintas porciones de la corteza cerebral.

COMISURA

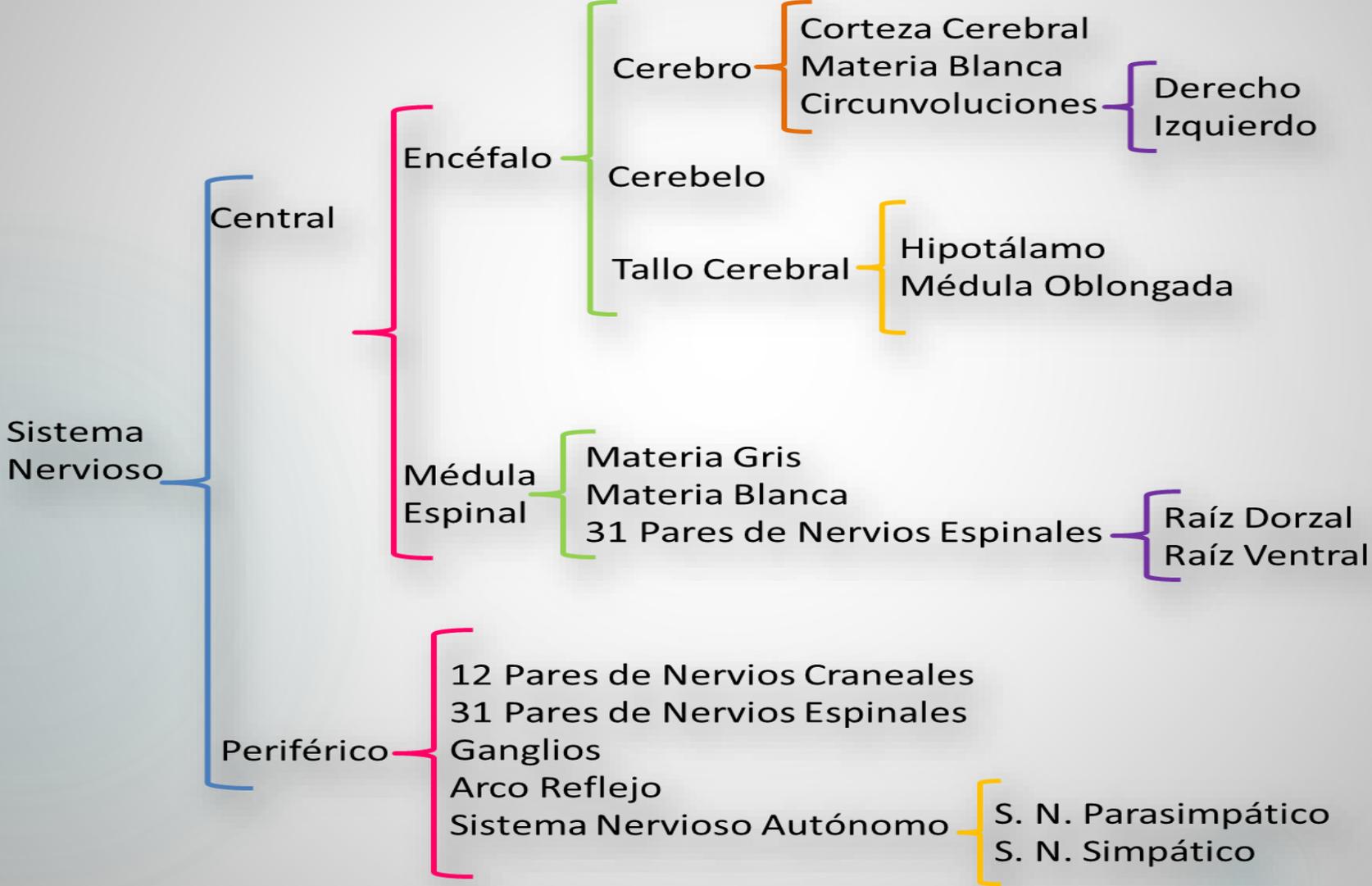
- Grupo de axones (no son grises) que conectan un lado a otro del encéfalo.

<https://sketchfab.com/3d-models/cn-c36733485e7545a0966bdcbe465ede72>

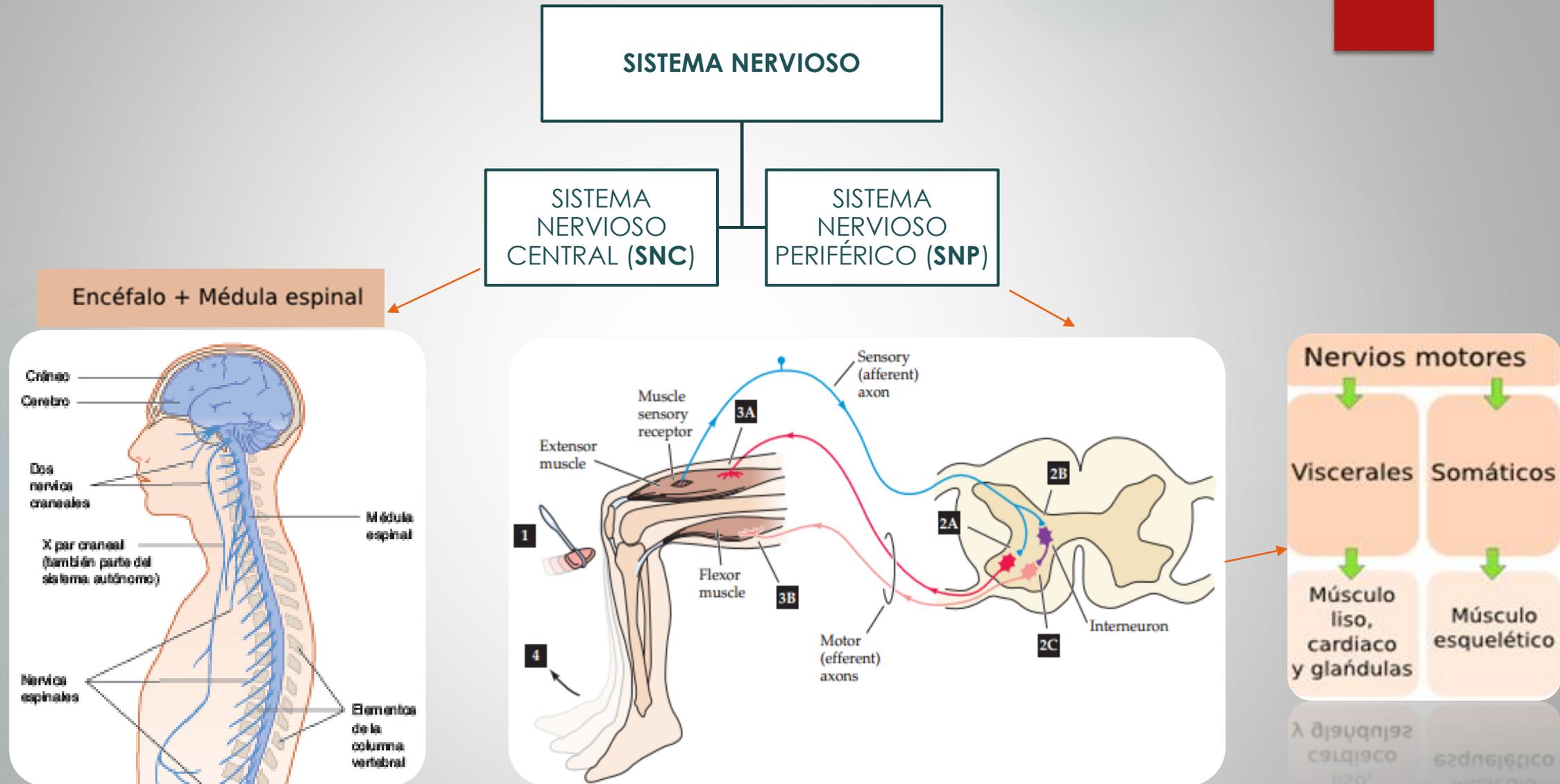
<https://sketchfab.com/3d-models/wm-insula-ea1b73bf5c2a4a01a4a6eb1d9160eebf>

2.5. CARACTERÍSTICAS MORFOFUNCIONALES DEL ENCÉFALO.

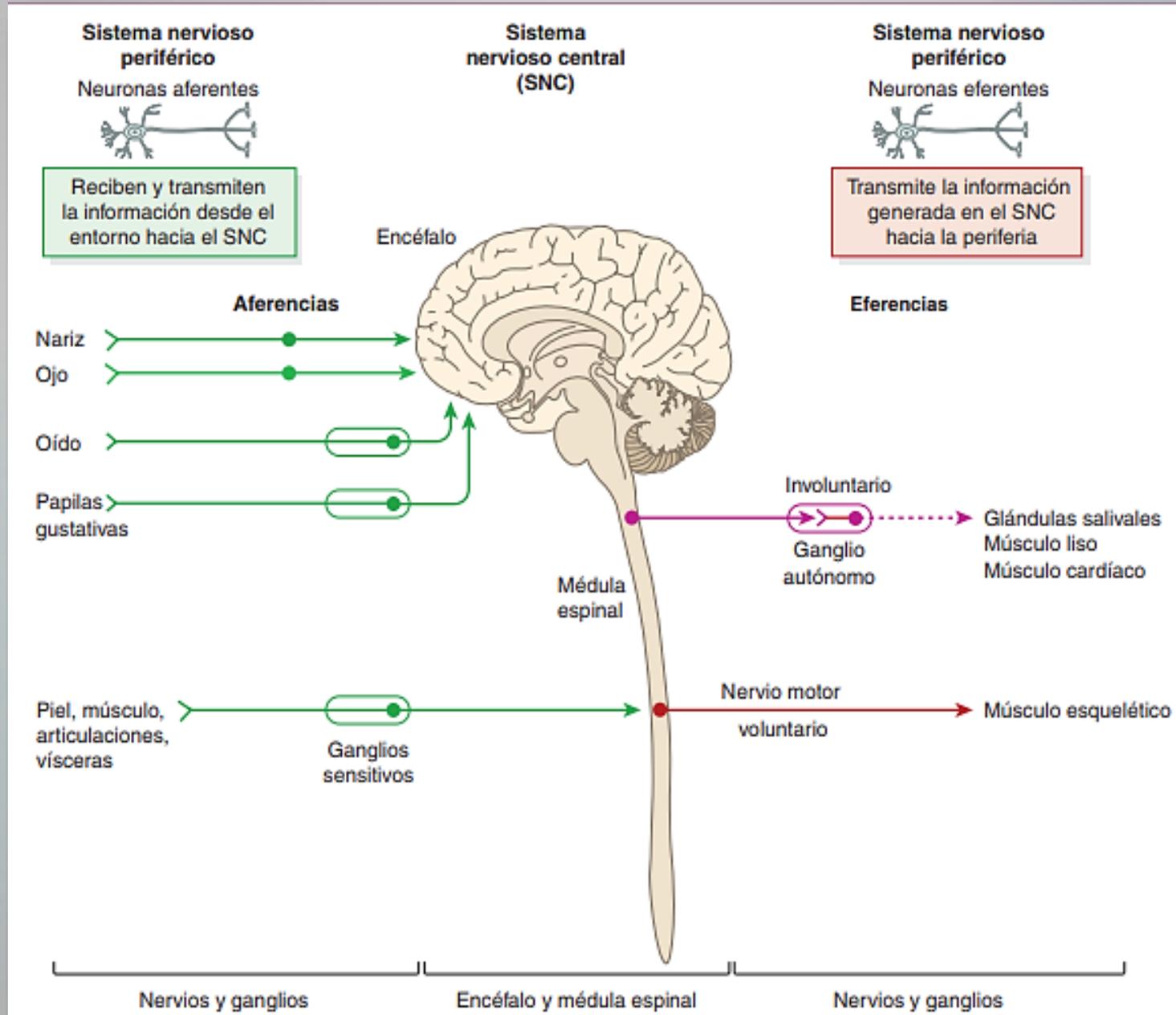
DIVISIÓN ANATÓMICA Y FUNCIONAL



2.5. CLASIFICACIÓN DEL SISTEMA NERVIOSO



2.5. CLASIFICACIÓN DEL SISTEMA NERVIOSO



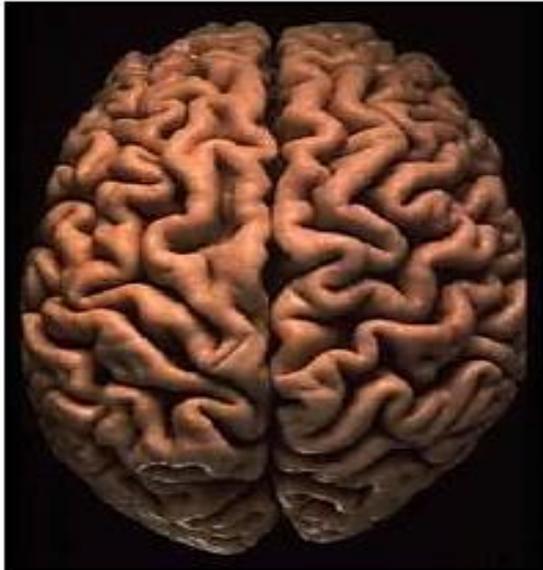
2.5. CARACTERÍSTICAS MORFOFUNCIONALES DEL ENCÉFALO Y LA MÉDULA ESPINAL

SISTEMA NERVIOSO CENTRAL

Es el centro de control de todo el SN, encéfalo y médula espinal son los centros principales de integración de la información nerviosa.

El encéfalo está protegido por el cráneo, y la médula espinal por la columna vertebral.

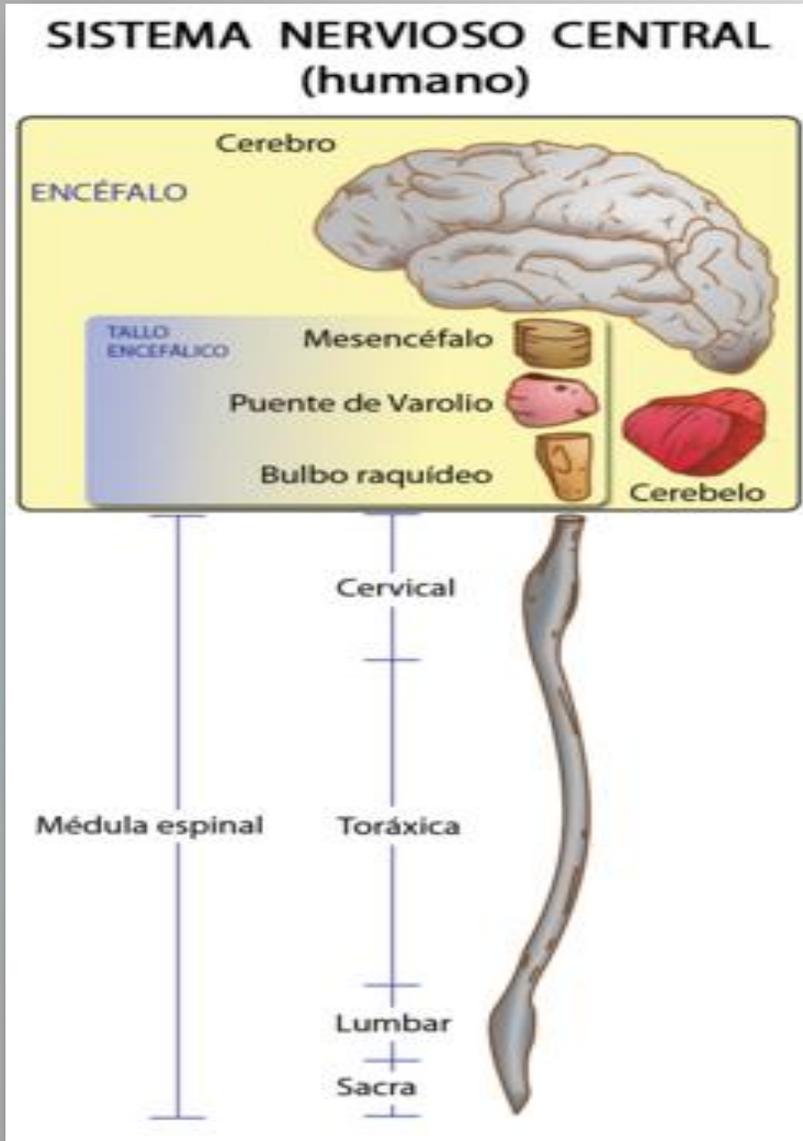
También forman parte del sistema de protección las meninges y el líquido cefalorraquídeo (LCR)



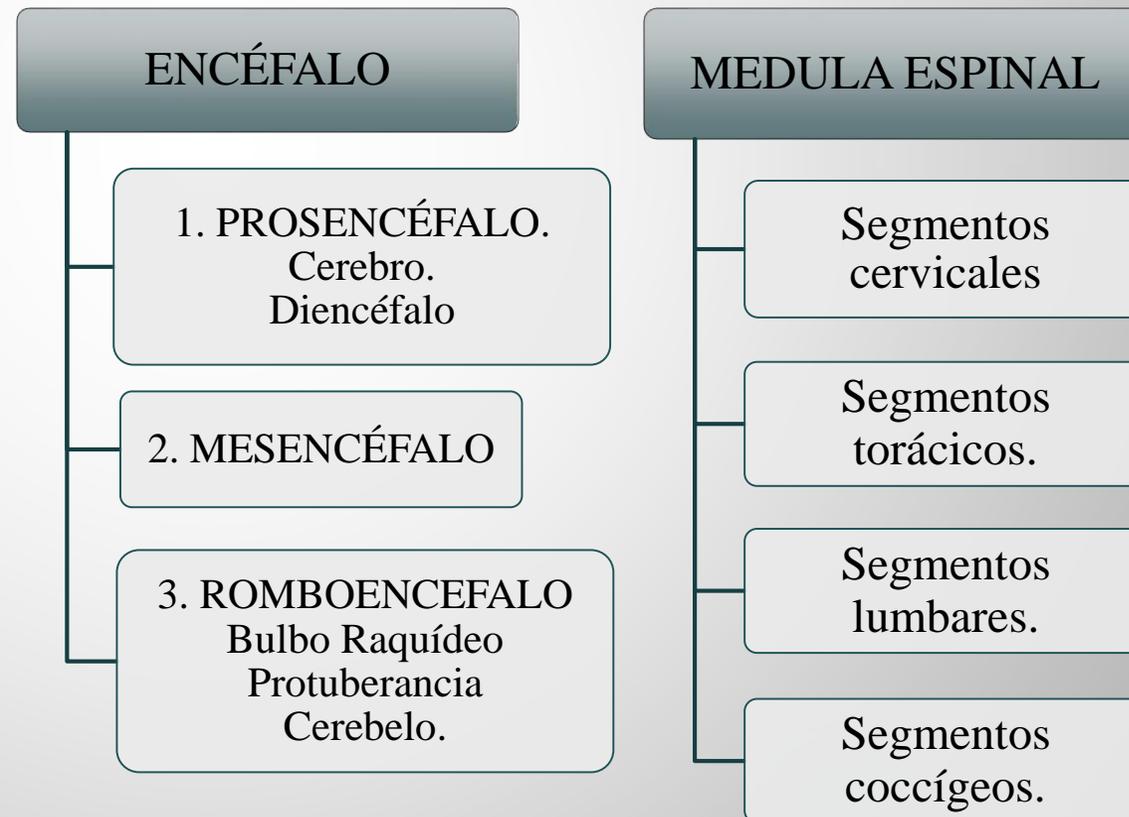
ENCÉFALO:

- masa de neuronas, glía y otras células de sostén
- es el órgano más protegido del cuerpo
- se sitúa en el interior de un cráneo óseo duro
- está cubierto por tres capas llamadas meninges
- flota en un líquido, el líquido cefalorraquídeo

2.5. CARACTERÍSTICAS MORFOFUNCIONALES DEL ENCÉFALO Y LA MÉDULA ESPINAL



El Sistema Nervioso se divide en dos partes principales: el Sistema Nervioso Central (SNC), que consiste en el encéfalo y la Médula Espinal (ME), y el Sistema Nervioso Periférico (SNP), que consiste en los nervios craneales y espinales.



DIVISIONES DEL ENCÉFALO

CEREBRO



TRONCO
ENCEFÁLICO



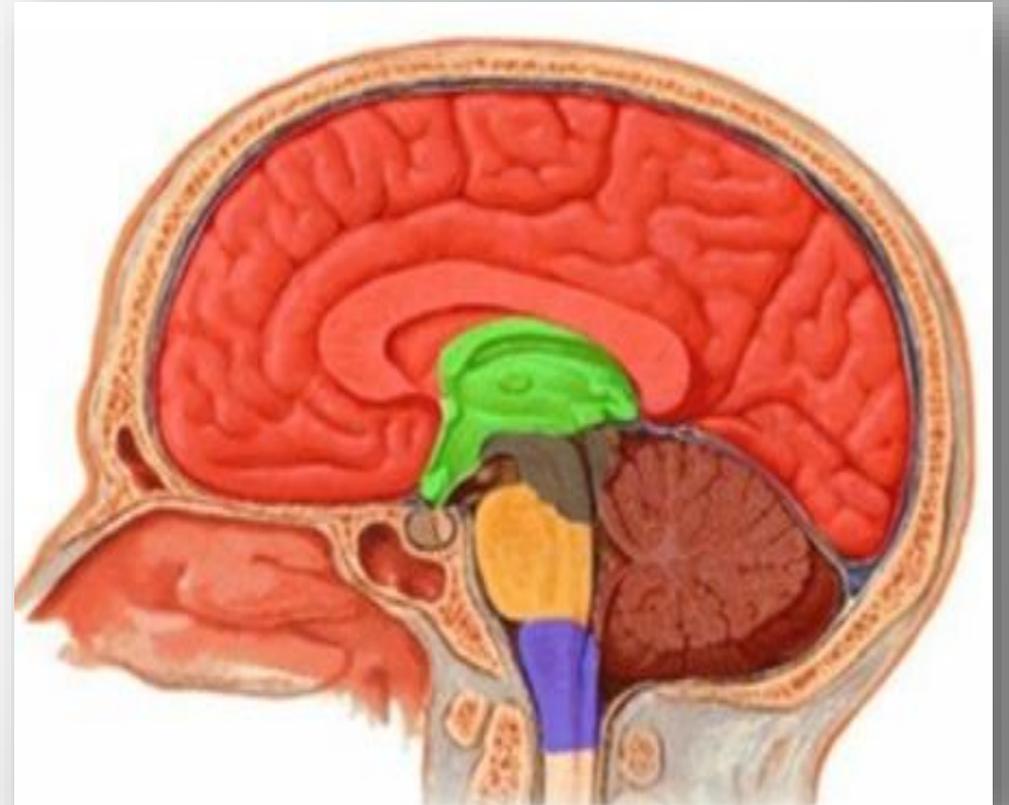
CEREBELO

TELENCÉFALO
DIENCÉFALO

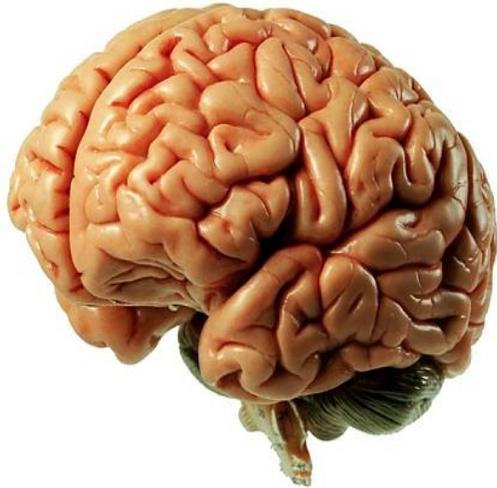
MESENCEFALO
PROTUBERANCIA
BULBO

CEREBELO

https://es.educaplay.com/recursos-educativos/917535-anatomia_del_sistema_nervioso.html



TELÉNCEFALO



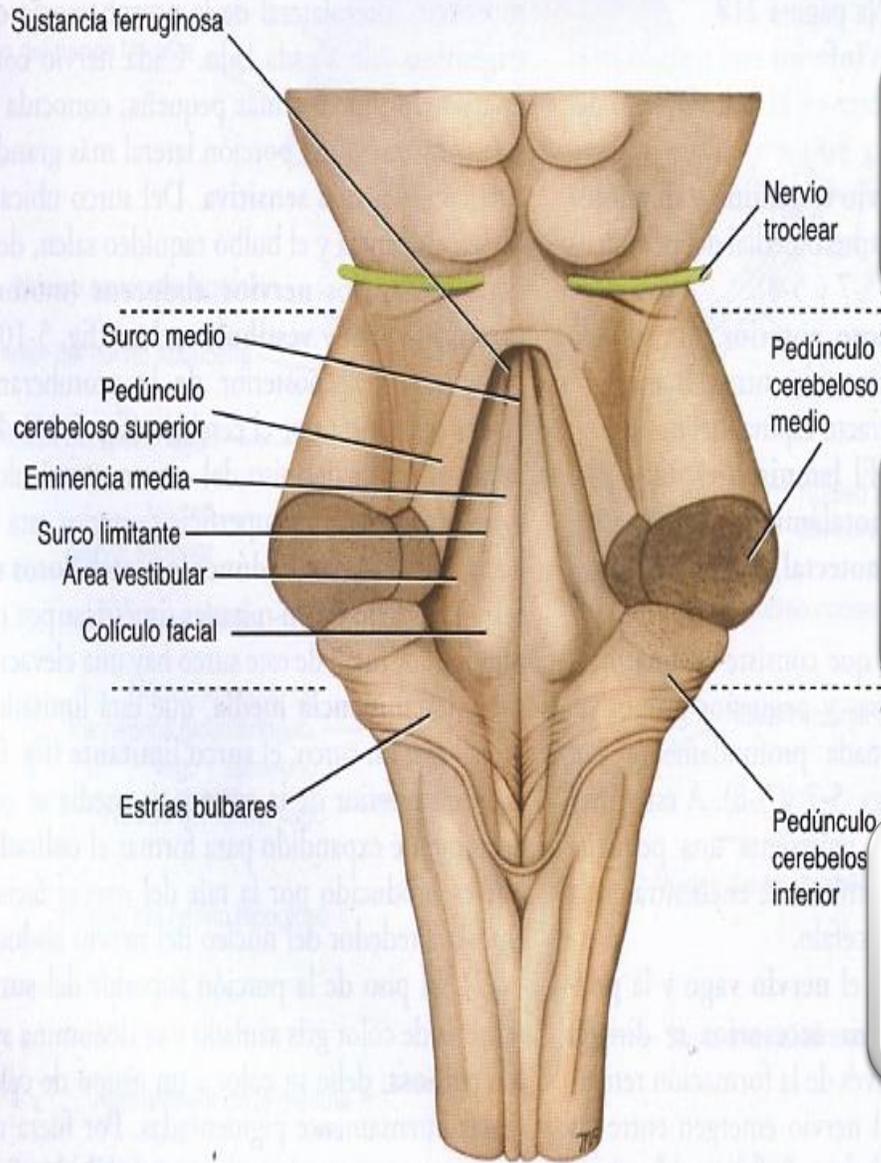
DIENCEFALO

Es la corteza cerebral compuesta por dos hemisferios. Cada hemisferio se extiende desde el hueso frontal hasta el hueso occipital, por encima de las fosas craneales anterior y media; por detrás el cerebro se ubica por encima de la tienda del cerebelo.

Consiste en un tálamo dorsal y un hipotálamo ventral. El Tálamo es una gran masa de sustancia gris con forma de huevo que se ubica a cada lado del 3° ventrículo

El Hipotálamo forma la porción inferior de la pared lateral y el piso del 3° ventrículo.

TRONCOENCEFALO



MESENCEFALO

- Conecta el Prosencéfalo con el Romboencéfalo. La cavidad estrecha es el **Acueducto cerebral**, que conecta el 3° con el 4° ventrículo. El Mesencéfalo contiene muchos núcleos y fibras nerviosas ascendentes y descendentes.

PROTUBERANCIA

- Se ubica en la cara anterior del cerebelo, por debajo del mesencéfalo y por arriba del BR. Posee gran número de fibras transversas que conectan los dos hemisferios cerebelosos.

BULBO RAQUIDEO (BR)

- El BR tiene forma cónica y conecta la protuberancia con la ME. Sirve como conducto para las fibras nerviosas ascendentes y descendentes

CEREBELO

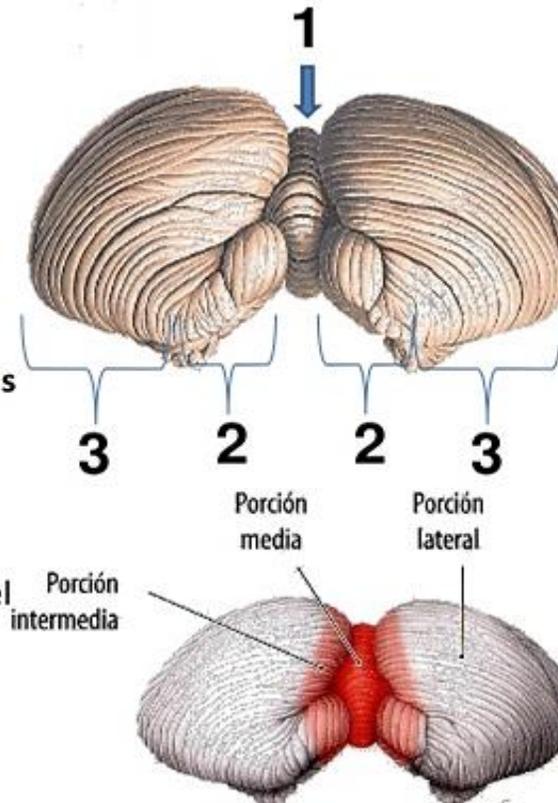
Se encuentra dentro de la fosa craneal posterior.
Se conecta con el Mesencéfalo por los pedúnculos cerebelosos (PC) superiores; con la protuberancia, por los PC medios y con el BR por los PC inferiores

Configuración externa:

Al cerebelo se le distingue:

1. Porción central o Vermis
2. Porciones intermedias o Paravermianas
3. Porciones laterales o hemisferios cerebelosos

- En la anatomía funcional se considera el lóbulo intermedio.



4.5. CLASIFICACIÓN DEL SISTEMA NERVIOSO

https://es.educaplay.com/recursos-educativos/6595940-el_sistema_nervioso.html

4.5.1. SISTEMA NERVIOSO PERIFERICO

El sistema nervioso periférico es el encargado de conectar los órganos sensoriales con los centros nerviosos, y los centros nerviosos con los órganos efectores

Está formado por nervios espinales y craneales y sus ganglios (grupos de células nerviosas fuera del SNC)

Se extienden fuera del sistema nervioso, hacia los miembros y órganos musculo-esqueléticos

Es responsable de los reflejos

Los nervios contienen fibras nerviosas que conducen información hacia (aferente) o desde (eferente) el SNC.

https://es.educaplay.com/recursos-educativos/7767495-sistema_nervioso.html

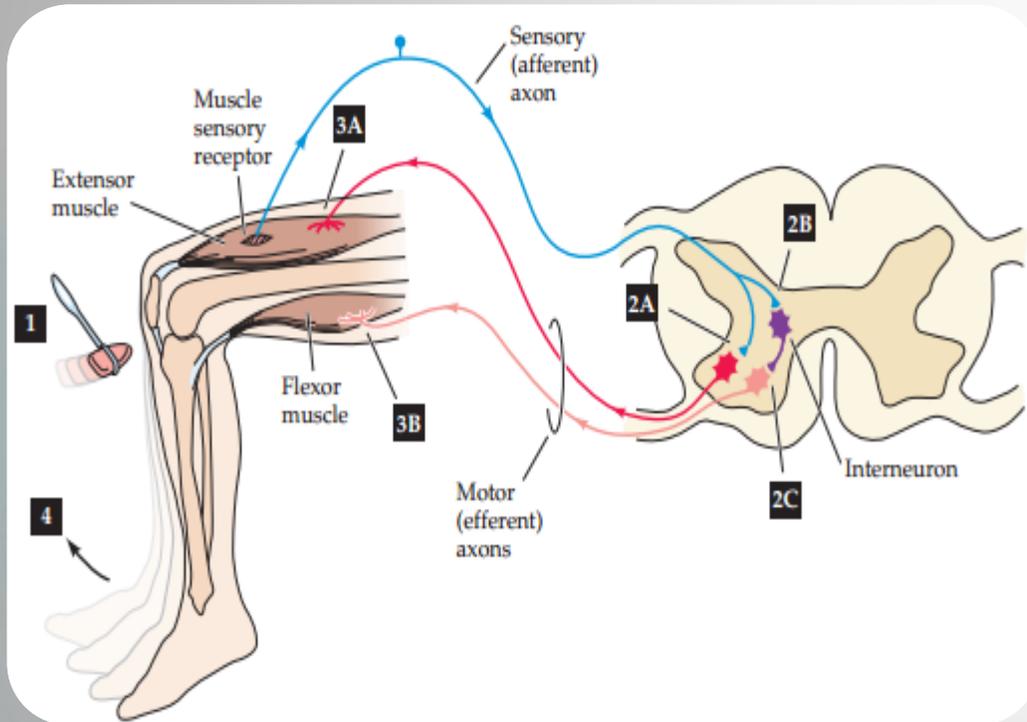
SISTEMA NERVIOSO PERIFERICO (SNP)

ACTOS REFLEJOS INVOLUNTARIOS

Toda estimulación transformada en acción, sin la intervención de la voluntad ni de la conciencia.

En él intervienen dos corrientes nerviosas: una **sensitiva**, que va del sentido que recibe la estimulación al centro nervioso (ME) y otra **motora**, que va del centro nervioso a la glándula o músculo.

Ej: Quemadura. El dolor es recogido por los receptores sensoriales de la piel y es transmitida por los nervios de la ME donde se produce una respuesta motora que mueve los músculos para evitar el calor .



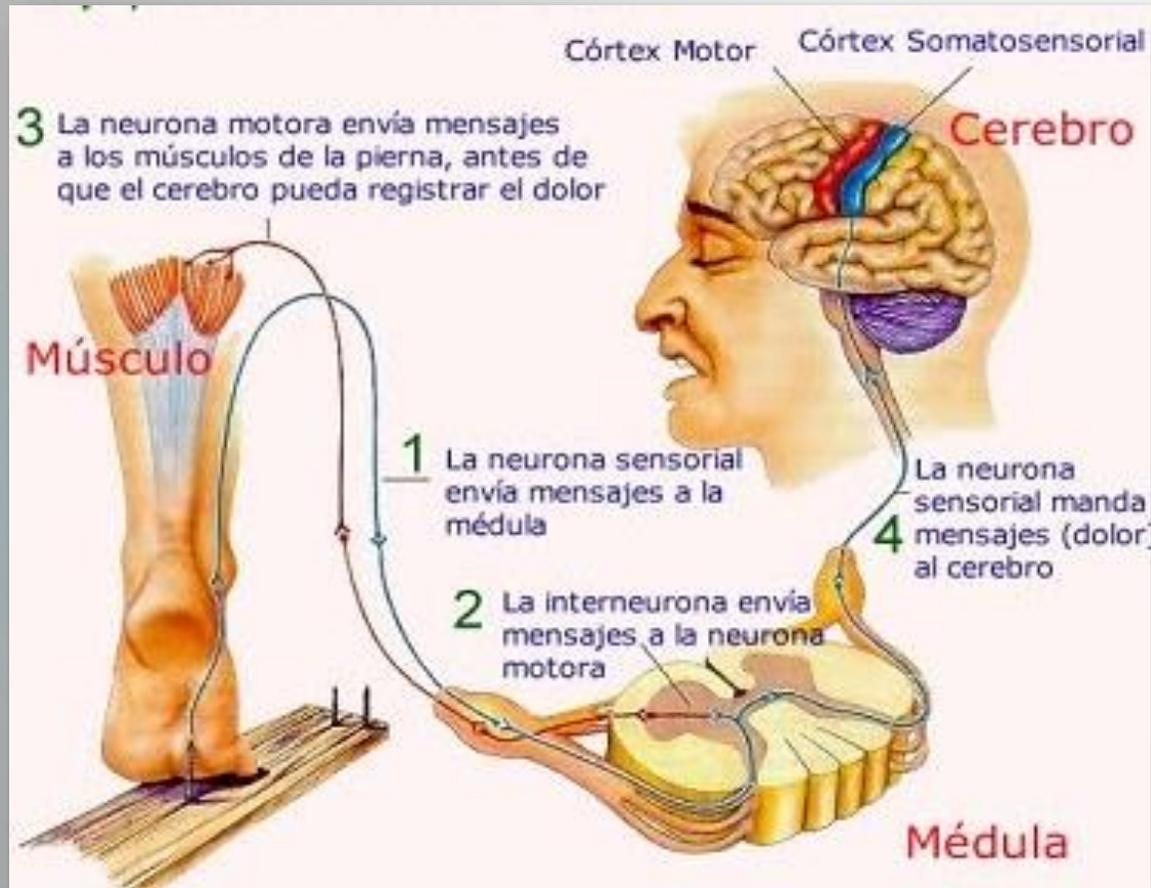
1) Un estímulo activa el receptor sensorial

2) **Neurona sensorial** activa la **neurona motora** de la ME que activan las **interneuronas** para producir un movimiento flexor

3) Se produce la flexión del musculo.

SISTEMA NERVIOSO PERIFERICO (SNP)

ACTOS REFLEJOS VOLUNTARIOS



Cuando la corriente sensitiva llega a la ME, en vez de producirse la corriente **motora**, prosigue la **sensitiva** hasta llegar al cerebro; somos conscientes de la sensación dolorosa y su causa

Entonces la **corteza motora** envía una respuesta a la ME para movilizar el miembro y reducir la sensación dolorosa.

Otra modalidad de acto voluntario es cuando la corriente **motora** parte directamente del cerebro sin que haya llegado a él una corriente **sensitiva**, sino que la voluntad establece la corriente motora necesaria para realizar el acto que se ha pensado.

SISTEMA NERVIOSO PERIFÉRICO (SNP)

NERVIOS ESPINALES

Hay 31 pares de nervios raquídeos que salen de la ME

8 cervicales

12 torácicos

5 lumbares

5 sacros

1 coccígeo.

Cada nervio raquídeo esta conectado con la ME

Raíz anterior

Raíz posterior

Las fibras nerviosas

Eferentes son aquellas que transportan la información hacia fuera del SNC (**motoras**)

Aferentes hacia el SNC (**sensitivas**).
Ubicadas en el Ganglio de la raíz posterior

Las raíces de los nervios sensitivos y motores se mezclan formando un nervio raquídeo.
Se divide en una **rama anterior** (inerva el pecho del cuerpo) y una **rama posterior** (espalda).

SISTEMA NERVIOSO SOMÁTICO (SNS)

El SNS abarca las estructuras del SNC y del SNP, encargadas de recoger y transmitir la información detectada por los **Sentidos**, y de enviar instrucciones que permiten el **movimiento voluntario** de los músculos



Está formado por **neuronas sensitivas** que llevan información desde los **receptores sensoriales** (sentidos)

SNC

Músculos esqueléticos



El sistema nervioso somático tiene dos vías

1) **Vía de entrada** (sensitiva o aferente) relacionada con la temperatura, dolor, tacto, sentidos (visión, audición, gusto y olfato), y la **propiocepción**



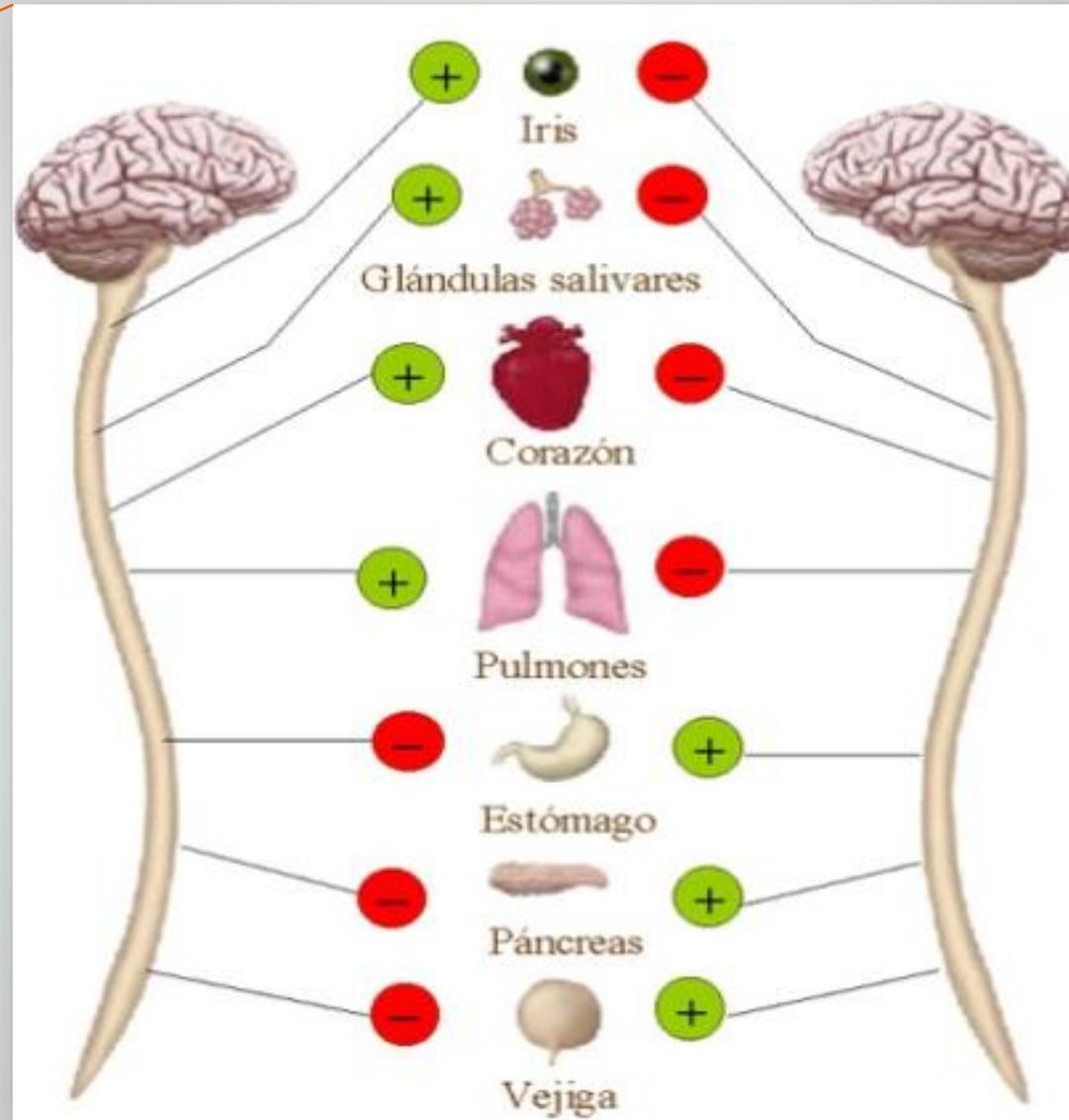
2) **Vía de salida** (motora eferente) relacionada con la respuesta motora **voluntaria**, que corresponde a la contracción del músculo esquelético

4.5.3. SISTEMA NERVIOSO AUTONOMO

DIVISIÓN
SIMPÁTICA

Prepara al organismo para una situación de emergencia o tensión.
NA y ACh

 Estimula



DIVISIÓN
PARASIMPÁTICA

Regulación del organismo para mantener la homeostasis.
ACh

Inhibe 

SISTEMA NERVIOSO SIMPÁTICO

Prepara al organismo frente a las **situaciones de emergencia** que requieren un gasto de energía y es estimulado en situaciones de **ejercicio físico** y **miedo**

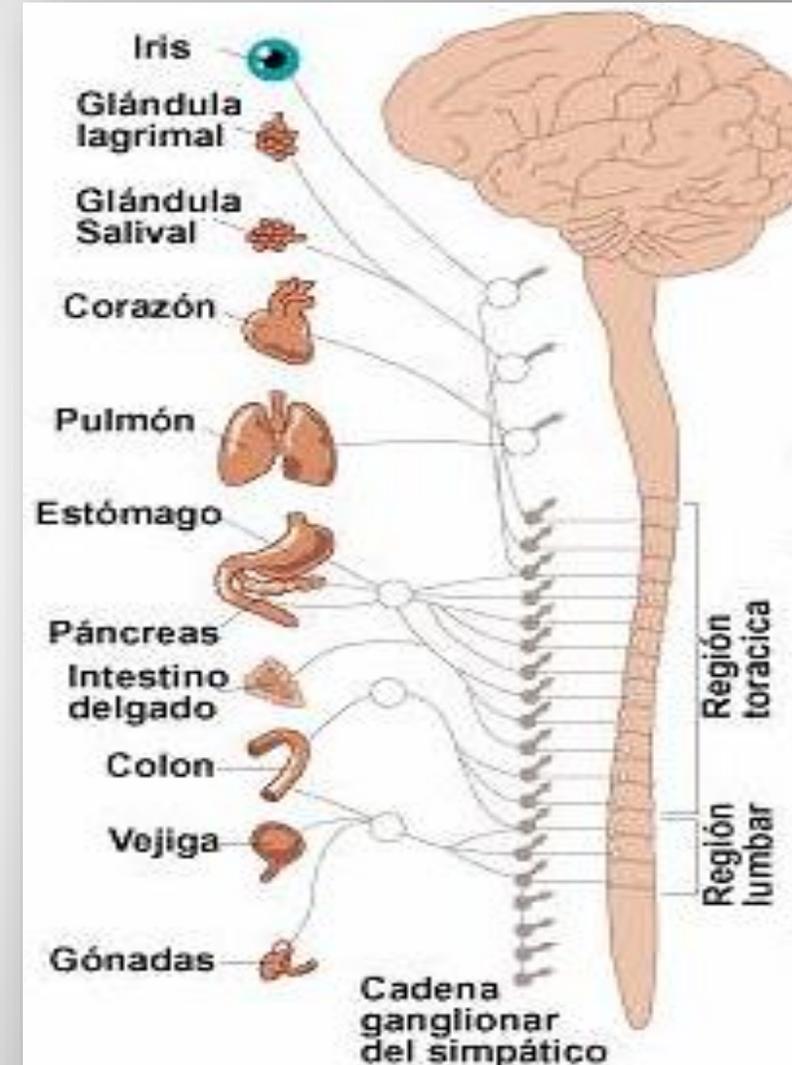
El conjunto de respuestas fisiológicas del **Sistema Simpático** se denominan “respuestas de lucha o huida”.

Aceleración frecuencia cardíaca	Piloerección y sudoración	Contracción muscular voluntaria (SNS)
---------------------------------	---------------------------	---------------------------------------

Vasoconstricción del flujo sanguíneo

Midriasis (dilatación pupilar)	Estimula las glándulas suprarrenales
--------------------------------	--------------------------------------

Inhibe las funciones encargadas del reposo como la peristalsis intestinal, aumenta el tono de los esfínteres urinarios y digestivos, todo ello para evitar el desalojo de excreción.

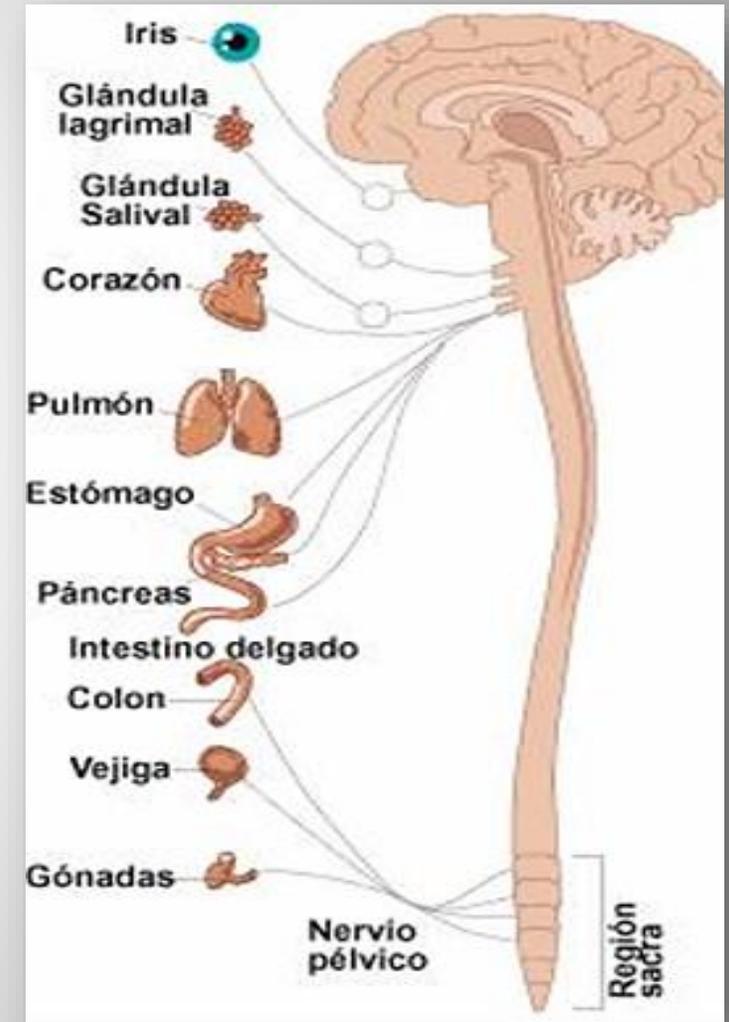


SISTEMA NERVIOSO PARASIMPÁTICO

Sistema de **conservación y recuperación de energía**. Regula las actividades que conservan y restablecen la energía del organismo durante los momentos de descanso o recuperación. Se usan las siglas “**SLUD**”:
Salivación, Lagrimeo, Urinario, Defecación.

Está relacionado con la **digestión** del alimento y la **eliminación** de productos de desecho.

El **miedo** hace que se active el Sistema Parasimpático, y se pierda el **control** de la defecación o micción.



SISTEMA NERVIOSO ENTERICO

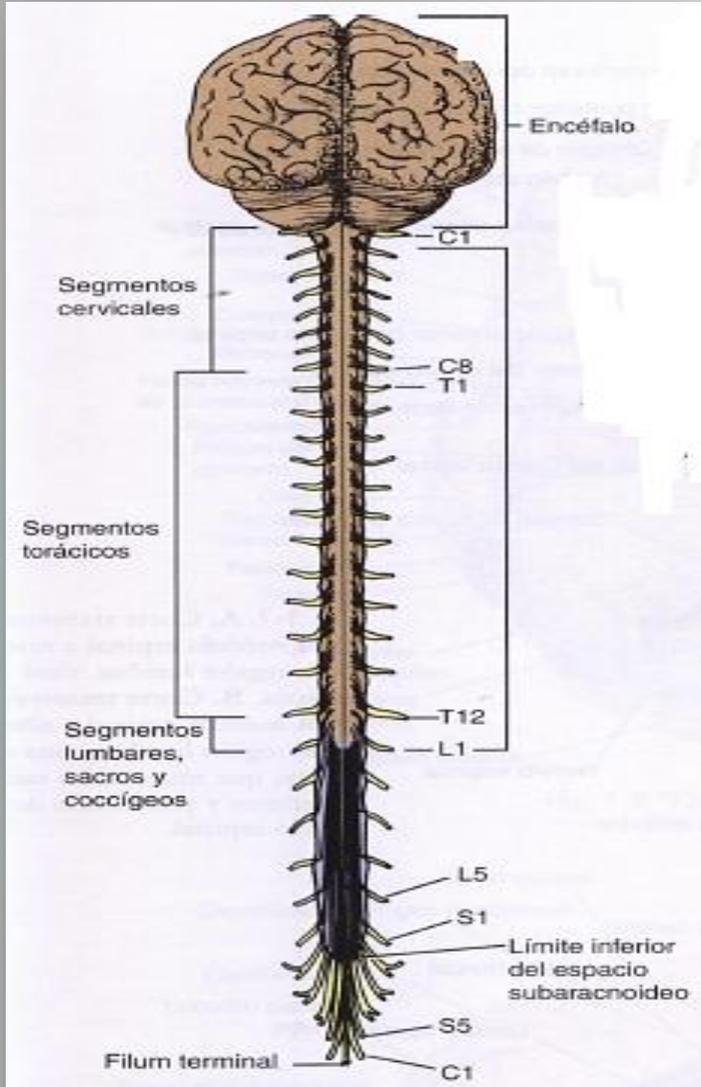
Sistema Nervioso Entérico (SNE) controla las funciones del intestino, incluso de forma independiente del SNC.

- Se compone de ganglios entéricos, conexiones neuronales entre estos ganglios y fibras nerviosas que suministran a tejidos efectores, incluyendo el músculo de la pared del intestino, los vasos sanguíneos intrínsecos y células endocrinas (Furness, 2012)

Es la división más grande y más compleja de los SNP y autónomo

- Contiene el mayor número de neuronas (2º cerebro): **neuronas sensoriales intrínsecas** (neuronas intrínsecas primarias aferentes), **interneuronas** y **neuronas motoras**

MEDULA ESPINAL (ME)



La ME es la continuación del BR y tiene una longitud de 46 cm

Se prolonga desde, el foramen magno hasta llegar al cóccix

La duramadre, aracnoides y espacio subaracnoideo llegan hasta la 2 vertebra sacra.

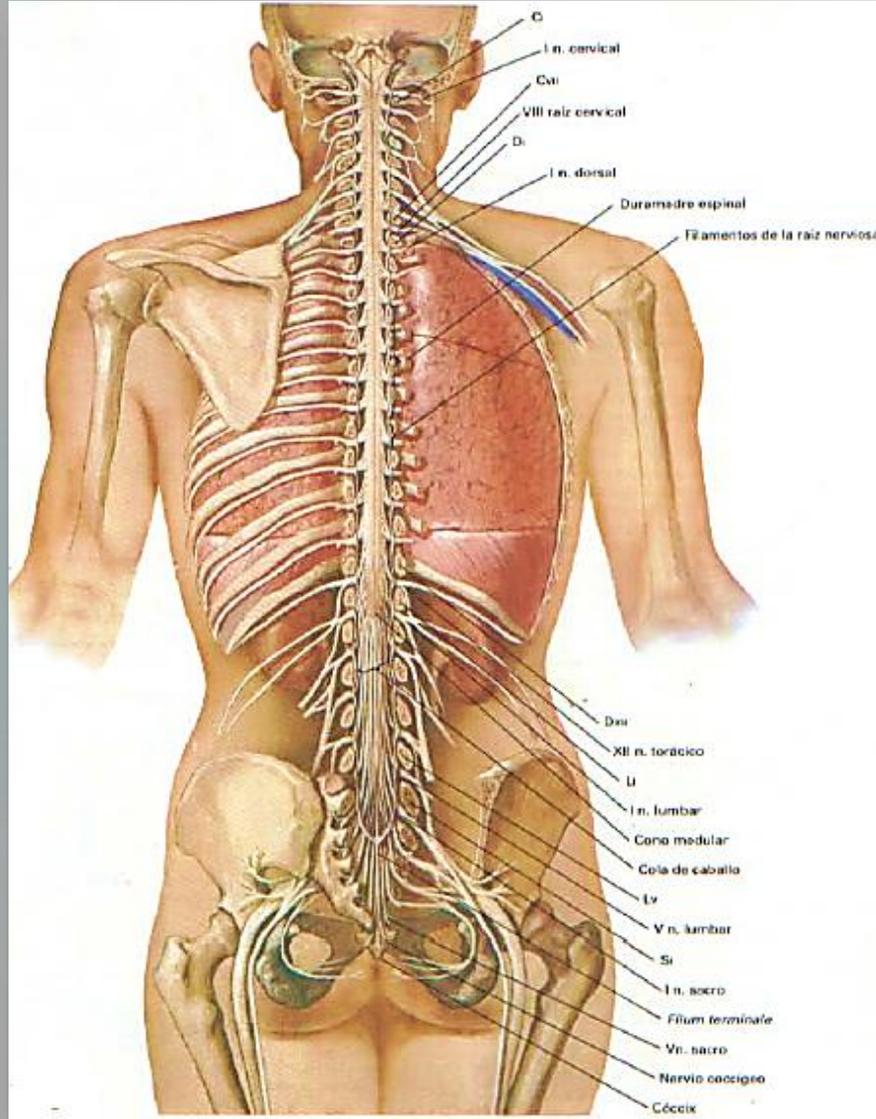
La ME muestra un engrosamiento a nivel cervical y lumbar que corresponden a segmentos relacionados con el movimiento de las extremidades

La inervación de los MMSS corresponde a los segmentos IV cervical y II torácico y los MMII a los III lumbares y III sacro

En la ME hay 31 pares de nervios espinales unidos por las raíces anteriores o motoras y las raíces posteriores o sensitivas

2.6. MÉDULA ESPINAL. (ME). ASPECTO MACROSCÓPICO.

Estructura interna. Meninges de la médula. Vías ascendentes y descendentes.



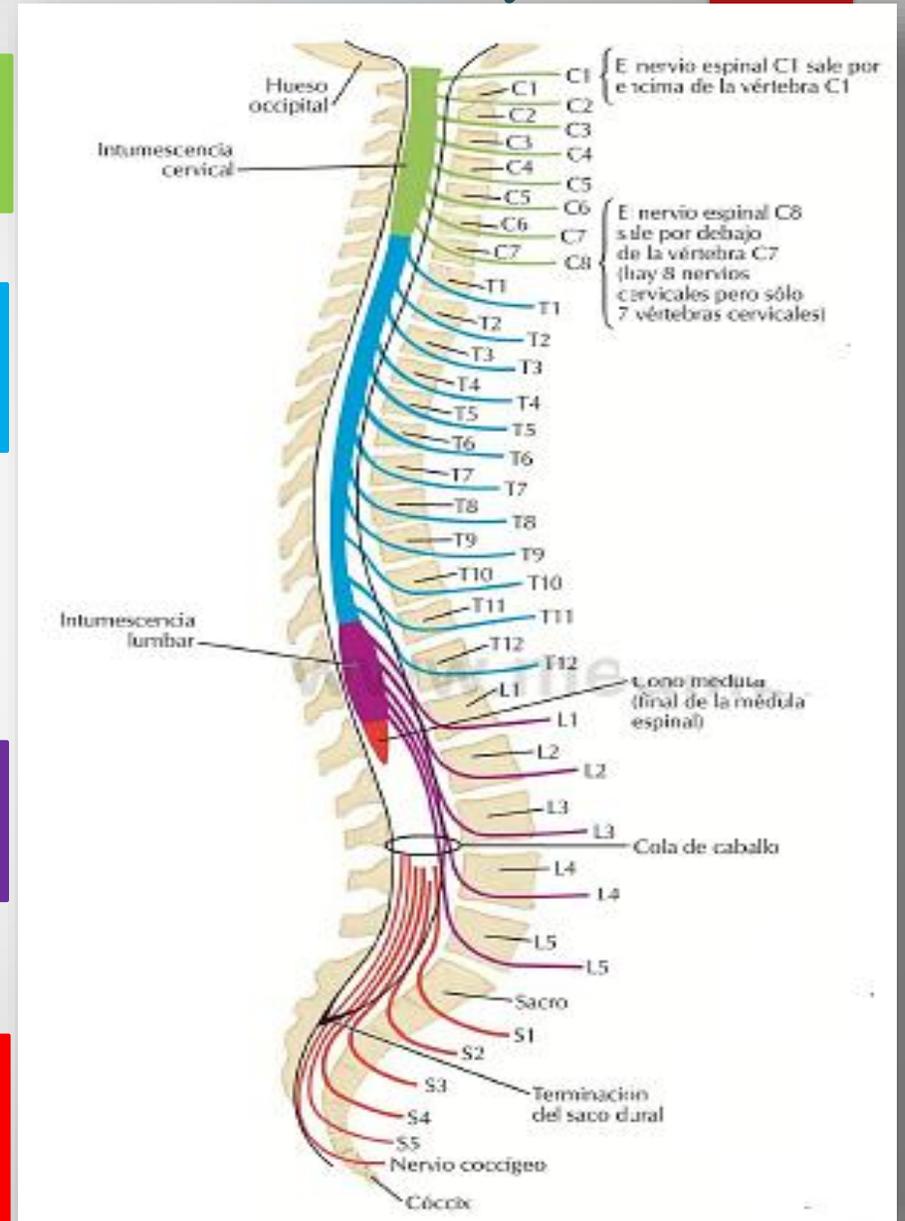
8
SEGMENTOS
CERVICALES

12
SEGMENTOS
TORÁCICOS

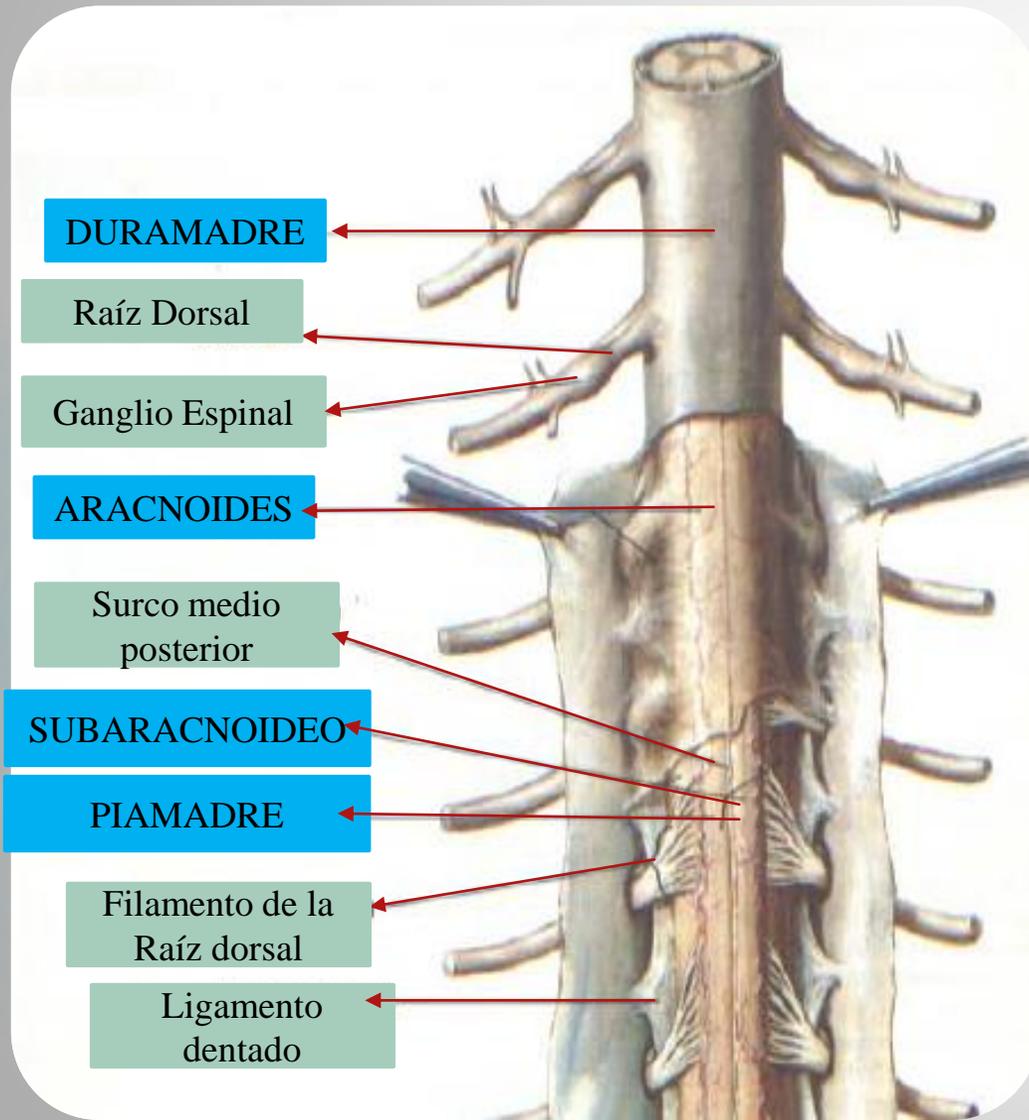
31
SEGMENTOS

5
SEGMENTOS
LUMBARES

5
SEGMENTOS
SACRO-
1 COCCIGEO



2.6. MÉDULA ESPINAL (ME). MENINGES DE LA MÉDULA.



DURAMADRE ESPINAL

- No se adhiere a las vértebras. Está separado del conducto vertebral por un espacio epidural.
- Continúa hasta la 2 vertebra sacra.

ARACNOIDES

- Termina en la 2 vertebra sacra.

ESPACIO SUBARACNOIDEO ESPINAL

- Es continuo con el cerebral
- Contienen LCR.

PIAMADRE ESPINAL

- Está unida a la medula, mediante los ligamentos dentados.
- Termina en el primer segmento coccígeo.

2.6. MÉDULA ESPINAL (ME). ESTRUCTURA INTERNA.

CANAL CENTRAL

Contiene LCR y nutre a las neuronas

Esta situado en el centro del surco medio posterior



RAÍZ SENSITIVA O DORSAL:

Fibras sensitivas en la parte posterior (entrada de la información) de la ME

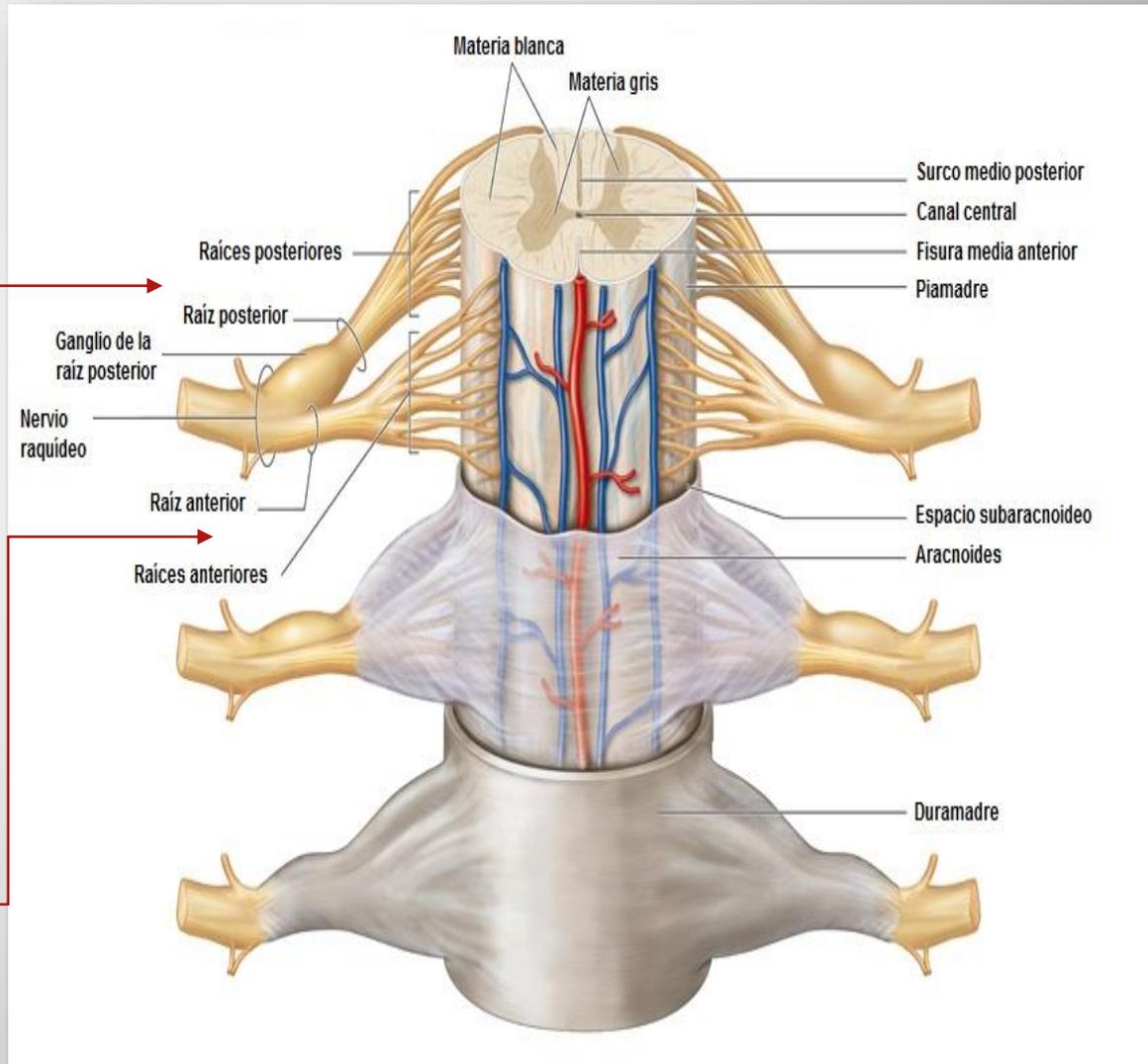
Conducen las sensaciones corporales



RAIZ MOTORA O VENTRAL

Fibras motoras que salen de la parte anterior (salida de la información) de la ME

Conducen impulsos el SNC para controlar el movimiento voluntario

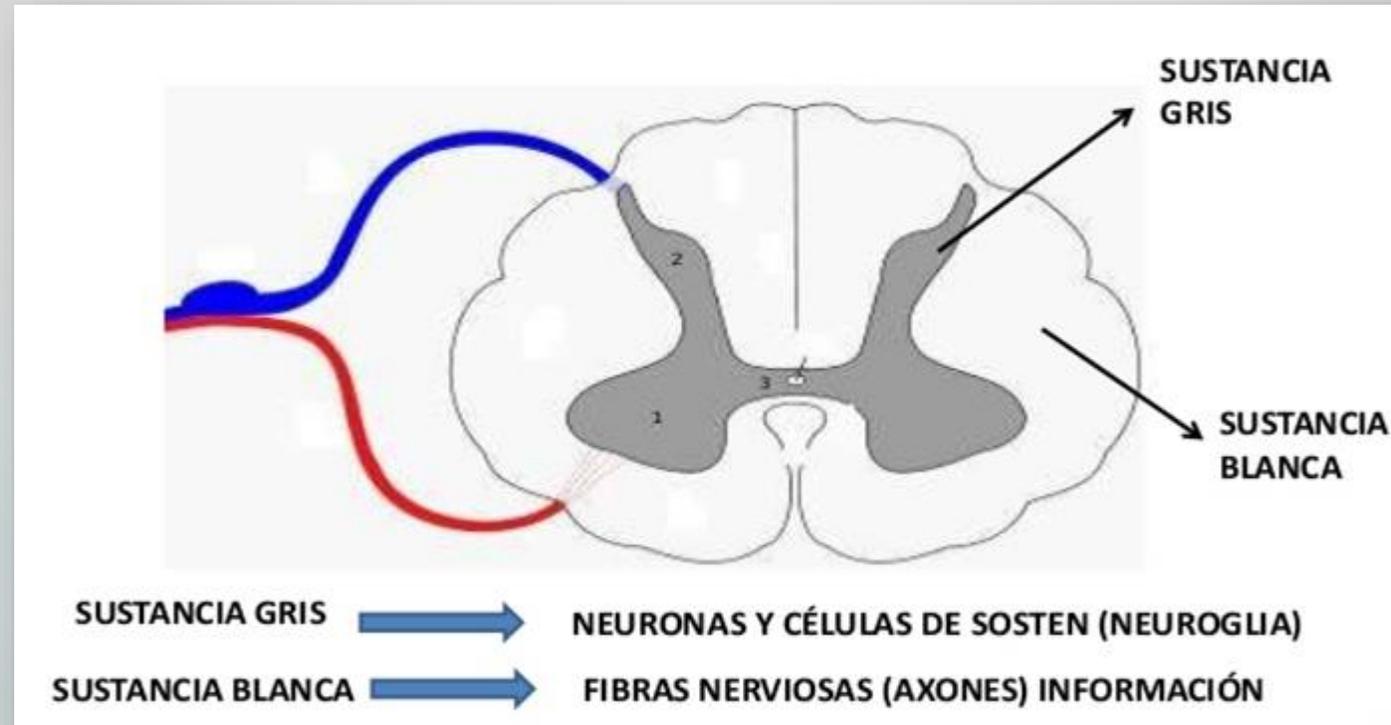


2.6. MÉDULA ESPINAL (ME). ESTRUCTURA INTERNA.

SUSTANCIA GRIS

Pilar con forma de H (División astas anteriores y posteriores)

Más desarrollada en el engrosamiento cervical y lumbar donde dependen las neuronas sensitivas y motoras de los MMSS y MMII



SUSTANCIA BLANCA

Borde la periferia de la sustancia gris y conforman haces de fibras longitudinales

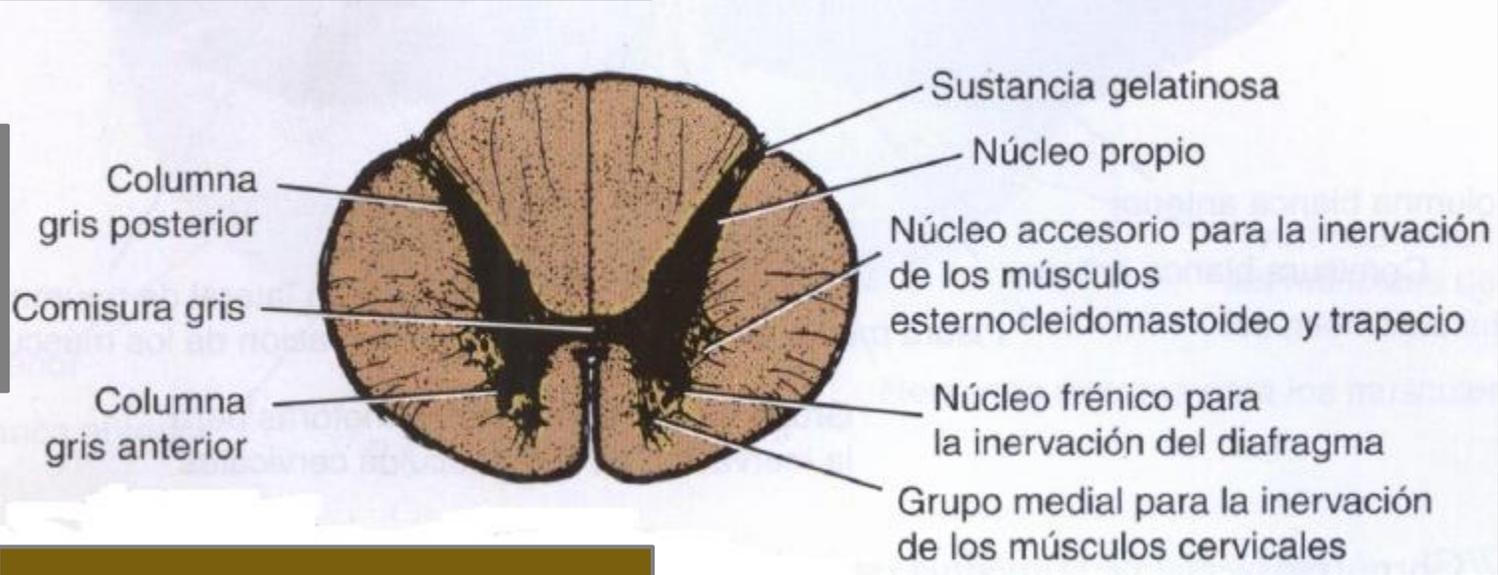
Masiva a nivel cervical y disminuye progresivamente en los niveles inferiores

2.6. MÉDULA ESPINAL (ME). ESTRUCTURA INTERNA.

SUSTANCIA GRIS

Eferentes alfa
Inervan músculos esqueléticos

GRUPO DE
CÉLULAS DE LA
COLUMNA GRIS
ANTERIOR



Eferentes gamma
Inervan husos neuromusculares

CENTRAL: Están en los segmentos cervicales y sacro (N. ACCESORIO) (N. LUMBOSACRO)

MEDIAL: inerva los músculos del cuello y del tronco.

LATERAL: inerva los músculos de los miembros.

2.6. MÉDULA ESPINAL (ME). ESTRUCTURA INTERNA.

SUSTANCIA GRIS

LÁMINAS DE REXED

GRUPO DE
CÉLULAS DE LA
COLUMNA GRIS
POSTERIOR

4 TIPOS

SUSTANCIA GELATINOSA: Se halla en el vértice de la columna gris posterior en toda la ME.

Recibe fibras aferentes de la raíz posterior relacionadas con el dolor, la temperatura y el tacto.

NUCLEO PROPIO: Situado por delante de la sustancia gelatinosa.

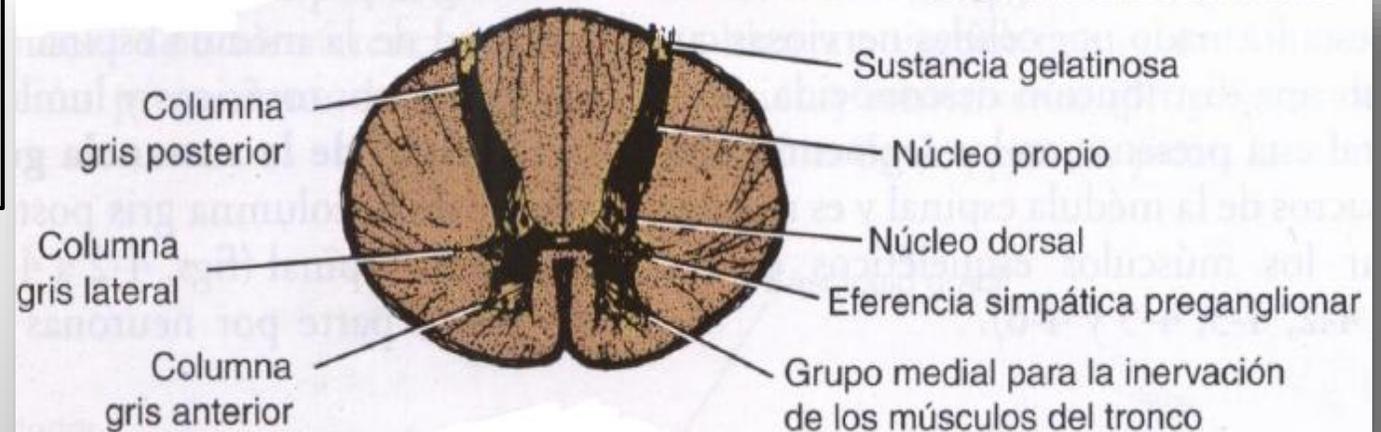
Recibe fibras de columna blanca posterior asociadas al sentido de posición y movimiento (propiocepcion).

NUCLEO DORSAL (Columna de Clarke): Situado en la base de la columna gris posterior y se extiende desde el 8 s. cervical hasta 4 s. lumbar

Se asocian con terminaciones propioceptivas.

NUCLEO AFERENTE VISCERAL: ubicado fuera del núcleo dorsal, se extiende desde el 1 s. torácico hasta 3 s. lumbar

Se asocia con la recepción de información visceral.

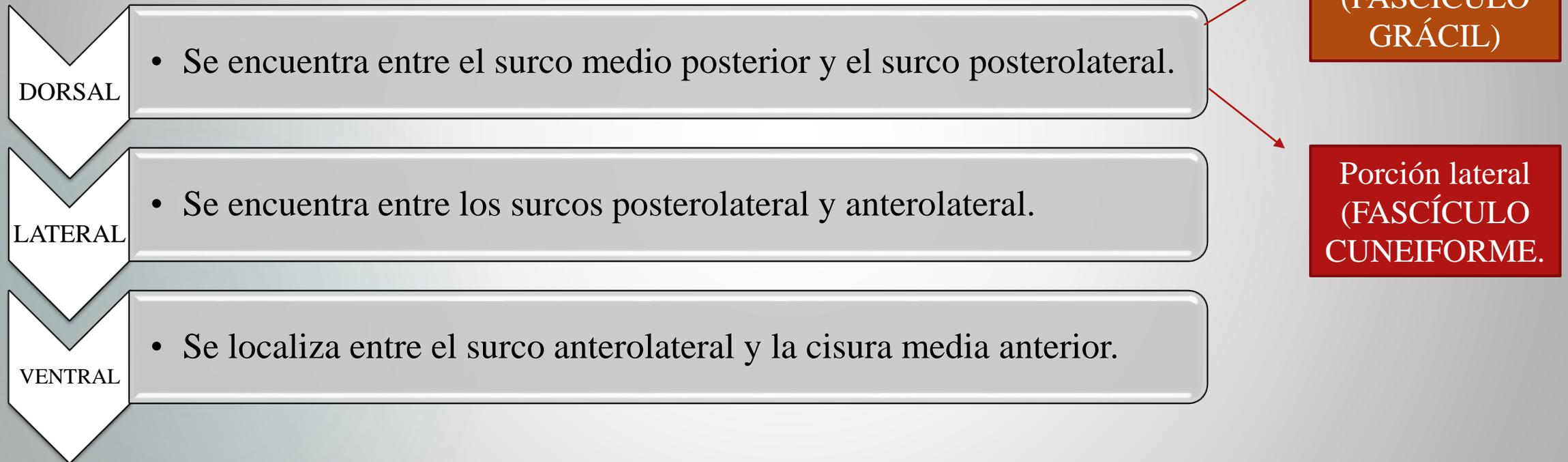


2.6. MÉDULA ESPINAL (ME). ESTRUCTURA INTERNA.

SUSTANCIA BLANCA

CORDONES

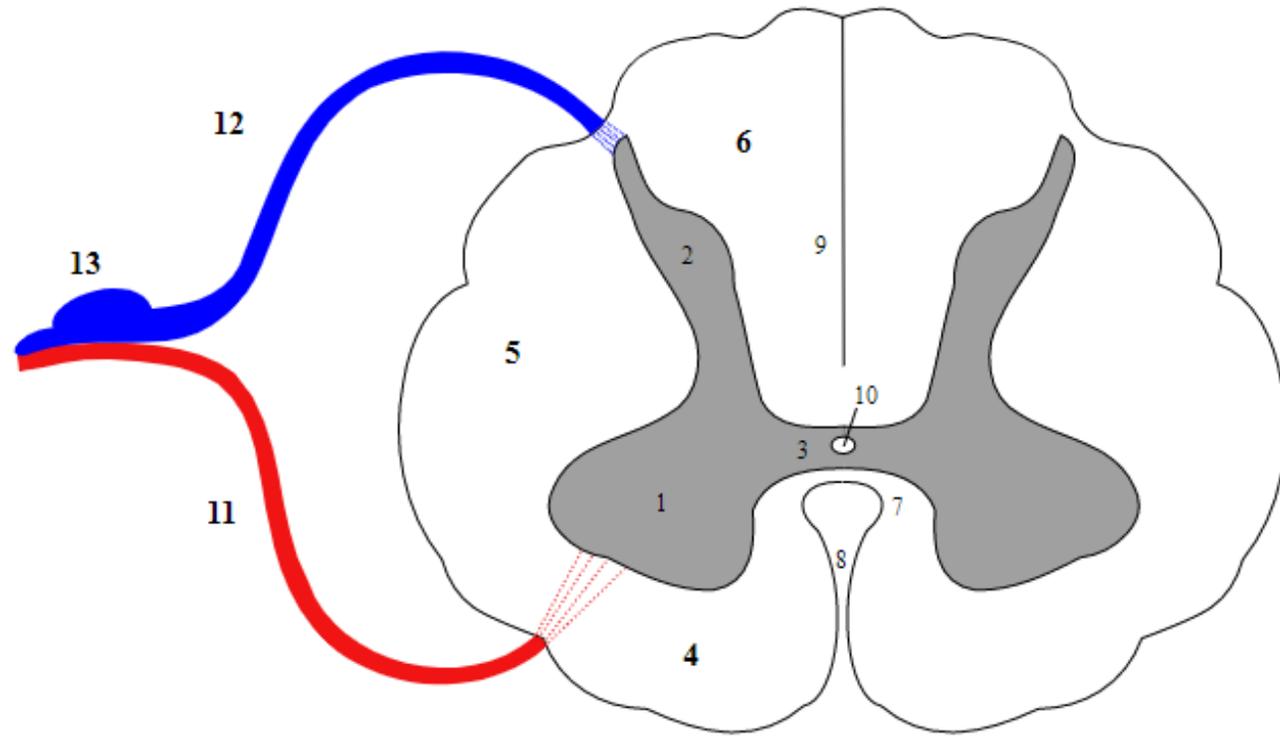
La ME tiene cordones de sustancia blanca —dorsal, lateral y ventral (anterior).



TRACTOS

Los haces de fibras con una función común se denominan Tractos

https://es.educaplay.com/recursos-educativos/3502975-la_medula_espinal.html



Gray matter	White matter	
1. Anterior horn	4. Anterior funiculus	10. Central canal
2. Posterior horn	5. Lateral funiculus	11. Anterior root
3. Gray commissure	6. Posterior funiculus	12. Posterior root
	7. Anterior commissure	13. Dorsal root ganglion
	8. Anterior median fissure	
	9. Posterior median sulcus	

LESIONES MEDULA ESPINAL

La respiración cesa si la medula es seccionada completamente pro encima de C3-C5, porque paraliza los músculos intercostales y el diafragma.

HERNIA DE DISCO

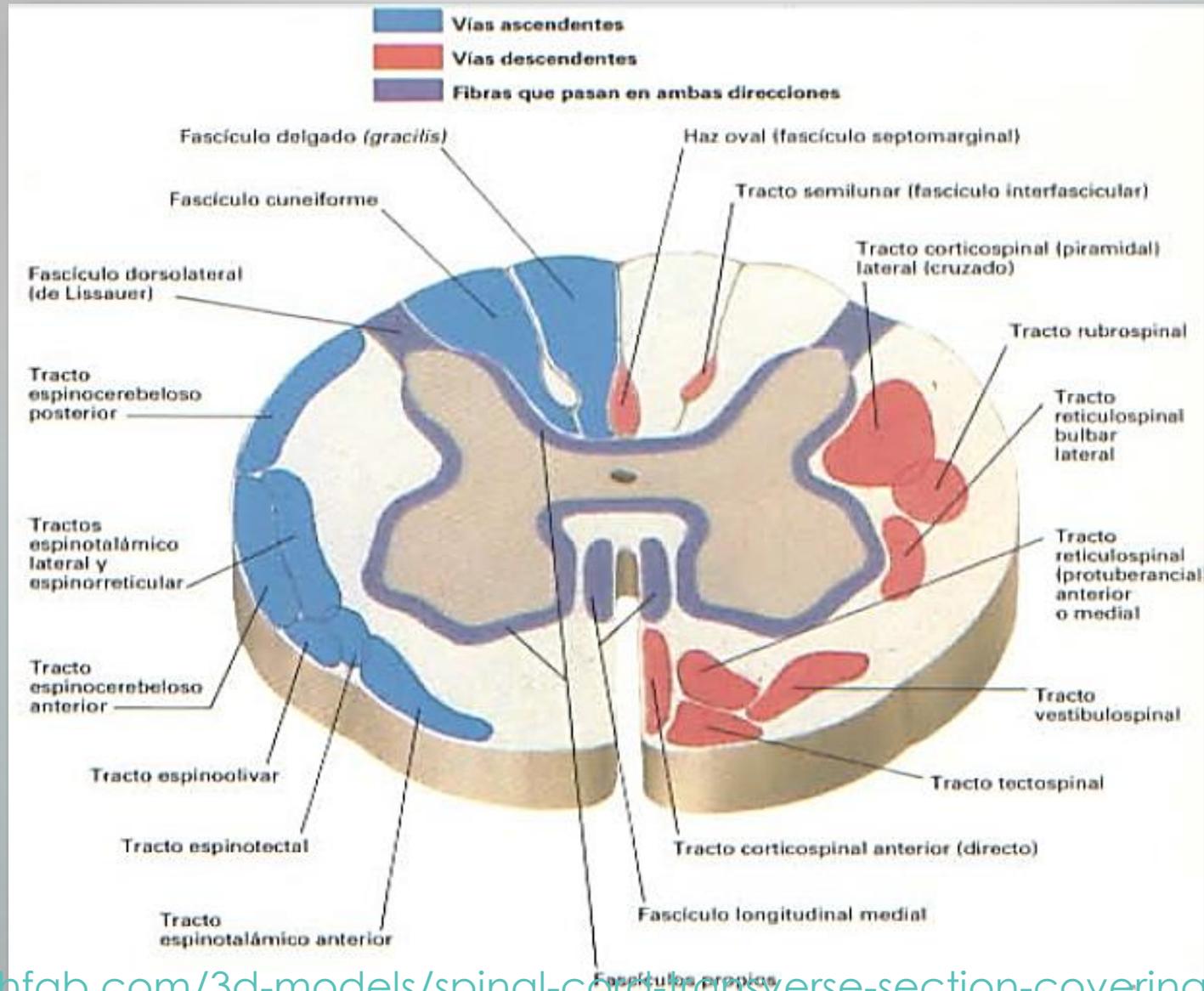
HERNIA DISCALES CERVICALES

- Afección entre la 5°, 6°, 7° vertebras cervicales
- Se siente dolor cerca de la parte inferior de la parte posterior del cuello y el hombro

HERNIA DE DISCO LUMBARES

- Afectación de la 4°, 5° vertebra lumbar y entre la 5° y el sacro. El dolor se refiere hacia abajo y la pierna y el pie. Esta afección recibe el nombre de **ciática** y produce parestesia y perdida sensitiva.

2.6. MÉDULA ESPINAL. VÍAS ASCENDENTES Y DESCENDENTES



2.6. MÉDULA ESPINAL. VÍAS ASCENDENTES

A) TRACTO DEL CORDÓN DORSAL

Lemnisco: Tracto aplanado como una cinta (mismo origen y mismo fin).

Forman parte del sistema del LEMNISCO MEDIAL (se forma por la decusación de las fibras internas).

Transmiten sensaciones de tacto fino, vibración, discriminación entre dos puntos y propiocepción (sentido de posición).

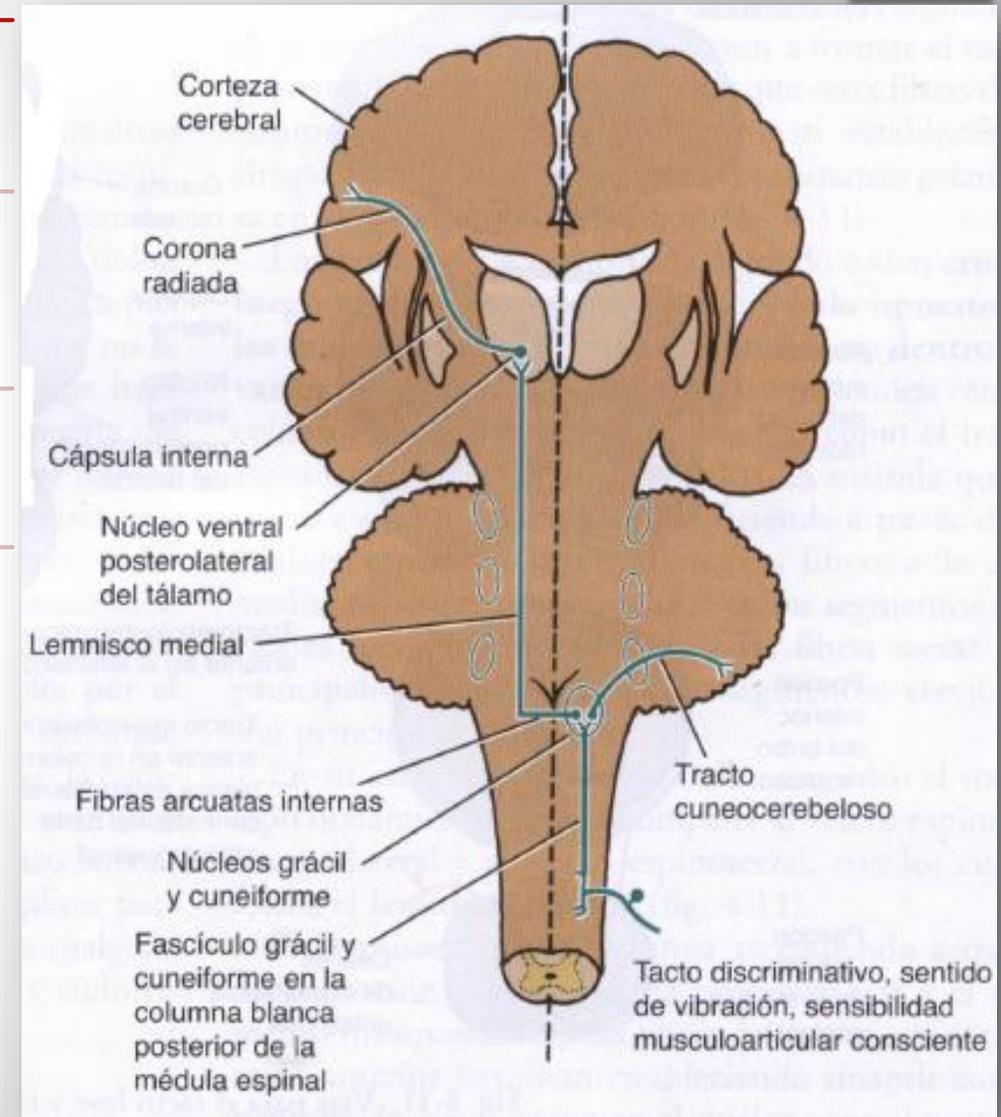
Ascienden, sin cruzarse, por el *cordón blanco dorsal* de la ME hasta la parte inferior del tronco encefálico.

FASCÍCULO GRÁCIL

- Cursa junto al tabique mediano posterior.
- Transmite información desde la mitad inferior del cuerpo.

FASCÍCULO CUNEIFORME

- Se encuentra entre el fascículo grácil y el cordón gris dorsal
- Transmite información de la mitad superior del cuerpo.



B) TRACTOS ESPINOTALÁMICOS

Capsula: colección de axones que une el tronco encefálico con el cerebro y que separan núcleos

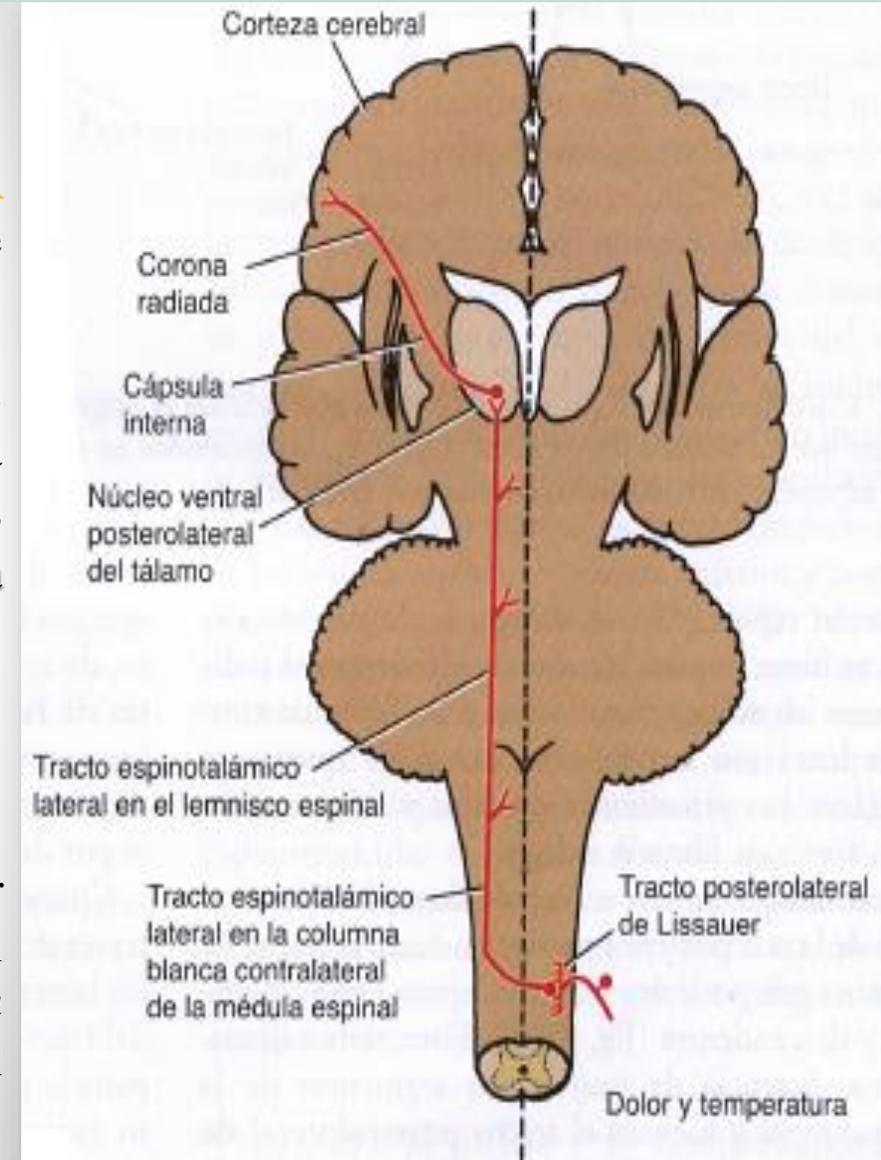
B.1. TRACTO ESPINOTALÁMICO LATERAL

La sensación de **dolor** (nocicepción) se transmite a través de la **células tipo A delta** (de conducción rápida) ante un dolor agudo, y **fibras de tipo C** (de conducción lenta) responsables del dolor prolongado.

1° neurona: ingresa por la *columna gris posterior* hasta la **Sustancia Gelatinosa**, llega a la 2° neurona, se decusa y asciende por el *cordón blanco lateral*, hasta hacer sinapsis con la 3° neurona en el N. Ventral postero-lateral del tálamo. Las neuronas pasan por el brazo posterior de la capsula interna y la corona radiada para llegar al Área somatosensorial de la circunvolucion postcentral.

B.2. TRACTO DORSOLATERAL DE LISSAUER

Los axones entran el *ganglio de la raíz dorsal* hasta la *columna gris posterior* para hacer sinapsis con la Sustancia gelatinosa. La neurona de 2° orden cruzan en dirección oblicua hacia la *comisura gris* y ascienden en la *columna blanca anterior* como el Tracto espinotalámico lateral. Asciende por la ME hasta el núcleo olivar inferior y el núcleo del tracto espinal del nervio trigémino.



B.3. TRACTO ESPINOTALÁMICO ANTERIOR

Tipo de información: **Tacto leve y presión.**

Es semejante a la vía espinotalámica lateral, la diferencia radica en que la neurona de 2° orden asciende por el cordón blanco anterior hasta la neurona de 3° orden en el N.VPL del tálamo- capsula interna- corteza somatosensorial. El T.E.A + T.E.L. + Tracto espinotectal forman el LEMNISCO ESPINAL.

Implicaciones clínicas

Las neuronas de 2° orden del tracto del cordón dorsal y de los tractos espinotalámicos se cruzan aunque, el patrón de decusación es diferente. En el *cordón dorsal* se cruzan en la decusación de Lemnisco Medial (Bulbo raquídeo). En los *tractos espinotalámicos* cruzan en cada nivel segmentario de la ME. Este hecho ayuda a determinar si una lesión se encuentra en el cerebro o en la ME. Con las lesiones en el tronco encefálico o superiores, los déficit en la percepción de dolor, tacto y propiocepción son contralaterales a la lesión pero con lesiones en la ME, el déficit en la percepción del dolor es contralateral, y las demás deficiencias son ipsilaterales.



C. TRACTO ESPINOCEREBELOSO

C.1. TRACTO ESPINOCEREBELOSO DORSAL

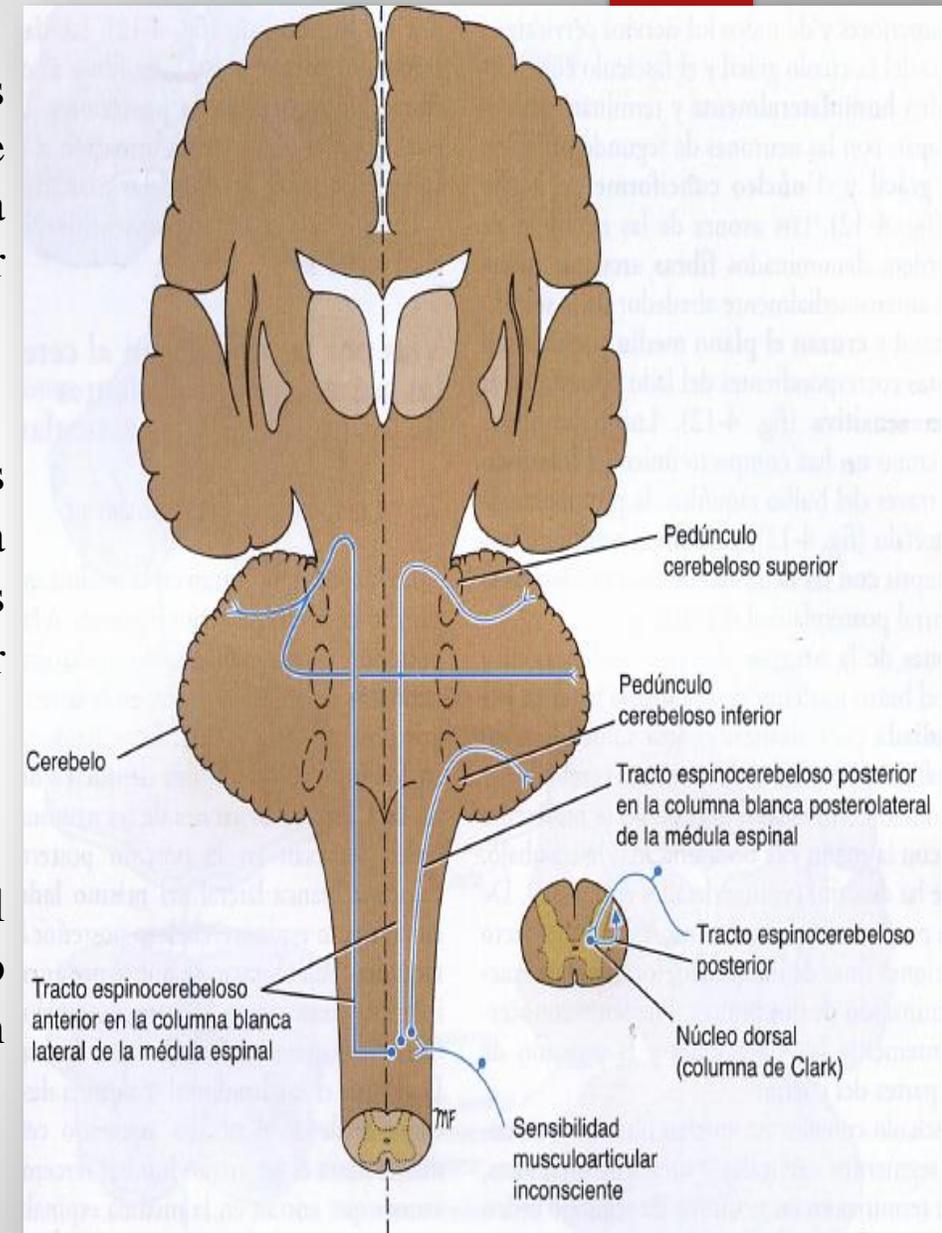
Las fibras aferentes del músculo y la piel ingresan en la ME a través de las *raíces dorsales* a los niveles T1 a L2 y establecen sinapsis con neuronas de 2° orden en el *núcleo dorsal*. El tracto permanece en el lado ipsilateral de la ME, ascendiendo a través del pedúnculo cerebeloso inferior hasta terminar en la corteza paleocerebelosa.

C.2. TRACTO ESPINOCEREBELOSO VENTRAL

Implicado en el control del movimiento. Neuronas de 2° orden, localizadas en los segmentos lumbar y sacro de la ME, envían axones que ascienden a través del pedúnculo cerebeloso superior a la corteza paleocerebelosa. Las neuronas de 2° orden se cruzan en su mayoría, por lo que tiene poco valor para la localización de lesiones en la ME.

C.3. TRACTO CUNEOCEREBELOSO

Se origina en el *núcleo cuneiforme* y entran en el cerebelo a través del pedúnculo cerebeloso inferior del mismo lado. Las fibras se conocen como *fibras arcuatas externas posteriores* y su función es transmitir información al cerebelo sobre la **sensibilidad musculoarticular**.



D. TRACTO ESPINORRETICULAR

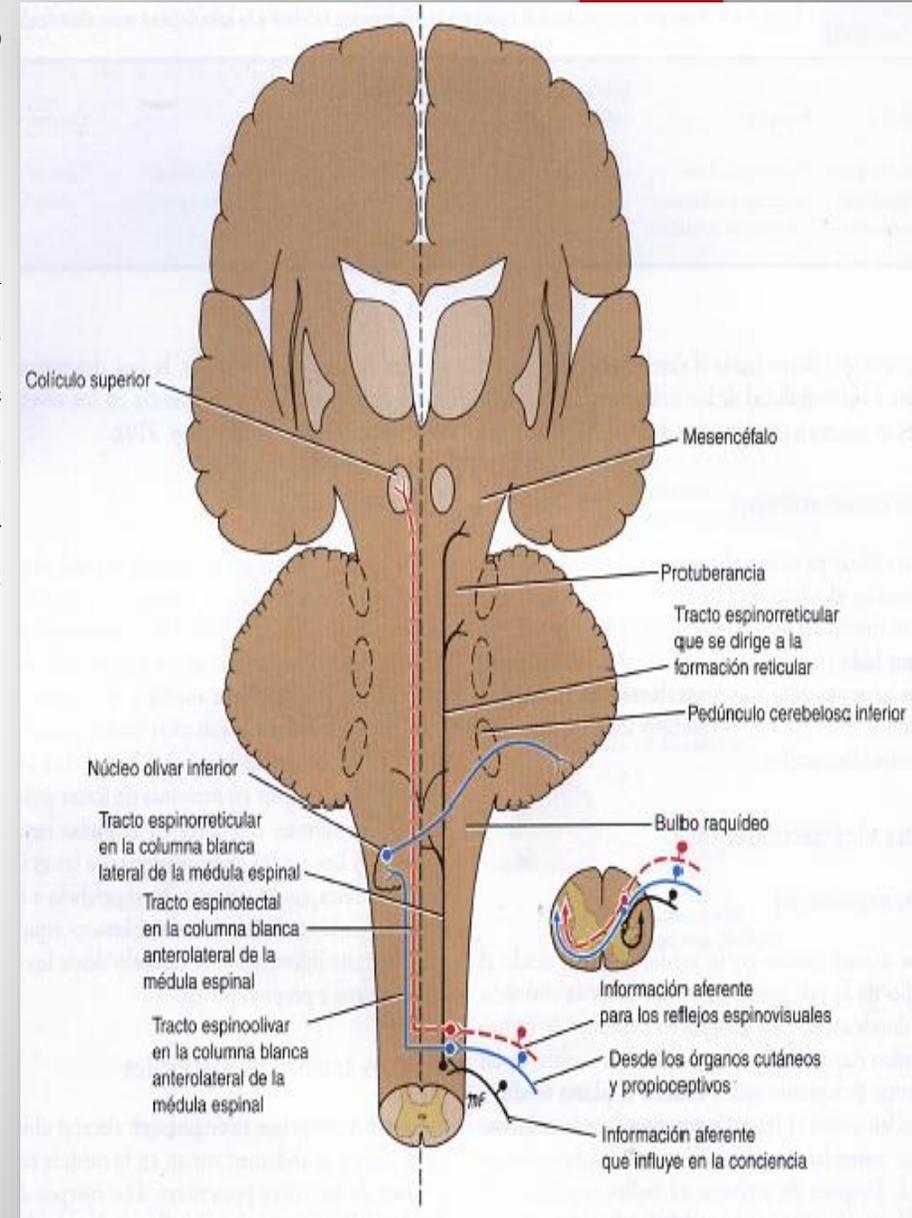
Cursa dentro de la porción ventrolateral de la ME; inicia en las neuronas medulares y termina (sin cruzarse) en la Formación Reticular del tronco encefálico. Es un tracto importante en la sensación de **dolor crónico**.

E. TRACTO ESPINOTECTAL

Los axones entran a la ME por el *ganglio de la raíz dorsal* y establecen sinapsis en neuronas de 2° orden de la *sustancia gris*. Estas neuronas ascienden hasta la *columna blanca anterolateral* cerca del T.E.L. Después de atravesar el bulbo raquídeo y la protuberancia terminan estableciendo sinapsis con neuronas en el colículo superior del mesencéfalo. Esta vía proporciona información aferente para los **reflejos espinovisuales** y provoca movimientos de los ojos y la cabeza hacia la fuente del estímulo.

F. TRACTO ESPINOOLIVAR

Los axones entran en la ME desde el *ganglio de la raíz dorsal* y terminan en neuronas de 2° orden en la *columna gris posterior*. Las neuronas ascienden a la *columna blanca anterior y lateral*. Se produce la sinapsis en las neuronas de 3° orden de los núcleos olivares inferiores en el bulbo raquídeo. Entran en el cerebelo a través del pedúnculo cerebeloso inferior. El tracto transmite información al cerebelo desde los **órganos cutáneos y propioceptivos**.



RESUMEN DE LOS PRINCIPALES TRACTOS ASCENDENTES

NOMBRE	FUNCIÓN	ORIGEN	TERMINACIÓN	UBICACIÓN ME
SISTEMA DEL CORDÓN DORSAL	Tacto fino, propiocepción, discriminación entre dos puntos	Piel, articulaciones y tendones	Núcleos de los cordones dorsales. Neuronas de segundo orden tienen proyección al tálamo contralateral (cruce en el bulbo raquídeo en la decusación del lemnisco o sensitiva)	Cordón dorsal
TRACTOS ESPINOTALÁMICO	Dolor agudo, temperatura, tacto grueso	Piel	Asta dorsal. Las neuronas, de segundo orden tienen proyecciones al tálamo contralateral (cruzan en la ME al nivel de su ingreso)	Cordón ventrolateral
TRACTO ESPINO-CEREBELOSO VENTRAL	Mecanismos de movimiento y posición	de Husos musculares, órganos tendinosos de Golgi, receptores de tacto y presión	Paleocorteza cerebelosa (a través de pedúnculo cerebeloso superior, contralateral e ipsilateral)	Cordón lateral
TRACTO ESPINO-CEREBELOSO DORSAL	Mecanismos de movimiento y posición	de receptores de tacto y presión (vía el núcleo dorsal [cordón de Clarke])	Paleocorteza cerebelosa (a través de pedúnculo cerebeloso inferior)	Cordón lateral
VÍA ESPINO-RETICULAR	Dolor profundo y crónico	Estructuras somáticas profundas	Formación reticular y tronco encefálico	Vía difusa, postsináptica en el cordón ventrolateral

FUNCIONES DE LOS TRACTOS ASCENDENTES

SENSIBILIDAD
TERMOALGESICA

- TRACTO ESPINOTALÁMICO LATERAL

TACTO LEVE
(PROTOPÁTICO) Y
PRESIÓN

- TRACTO ESPINOTALÁMICO ANTERIOR

TACTO DISCRIMINATIVO

- CORDONES BLANCOS POSTERIORES

SENSIBILIDAD
VIBRATORIA

- CORDONES BLANCOS POSTERIORES

INFORMACIÓN DE
MUSCULOS, ARTICULACIONES,
PIEL Y TEJIDOS

- TRACTO ESPINO-CEREBLOSO VENTRAL Y ANTERIOR

DOLOR, TEMPERATURA
Y TACTO

- TRACTO ESPINOTECTAL

2.6. MÉDULA ESPINAL. VÍAS DESCENDENTES

A) FASCÍCULO CORTICOESPINAL

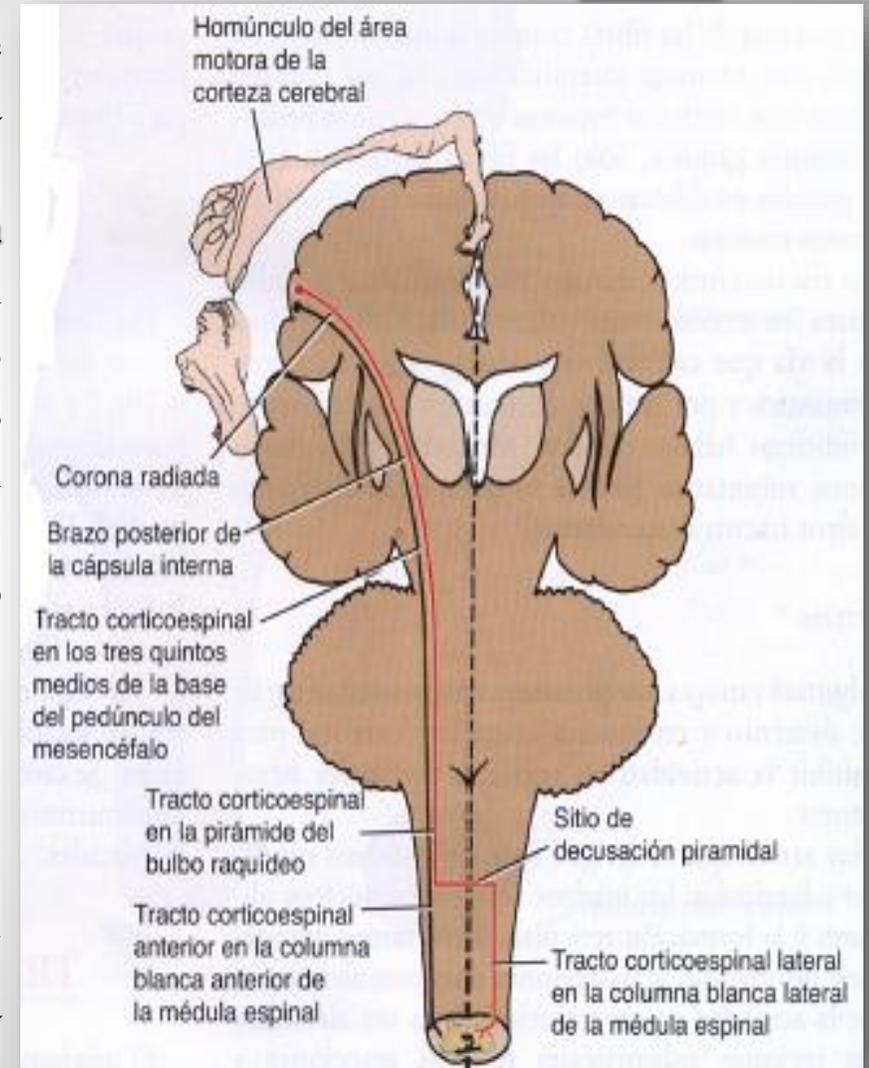
Las fibras nacen de las células piramidales de la corteza cerebral. 1/3 parte procede de la corteza motora 1°, 1/3 se origina en la corteza motora 2° y la 1/3 de la circunvolución postcentral.

Las fibras convergen en la **corona radiada** y después pasan por la **capsula interna**. El fascículo continúa por la base del pedúnculo mesencefálico. Al entrar al puente, el fascículo es separado en haces por las fibras pontocerebelosas transversas. En la unión entre el BR y la ME, las fibras cruzan la línea media por la **decusación de las pirámides** y entran por el *cordón blanco lateral* para formar el *fascículo corticoespinal lateral*. Las otras fibras que cruzan por el *cordón blanco anterior* forman el *fascículo corticoespinal anterior*.

- Es la vía que **confiere rapidez y agilidad de movimientos voluntarios**

Ramas:

1. Vuelven a la corteza cerebral para inhibir la actividad.
2. Llegan al núcleo caudado y lenticular, al núcleo rojo, núcleo olivar y formación reticular, para informar a las regiones subcorticales sobre la actividad motora.



B) FASCÍCULOS RETICULOESPINALES

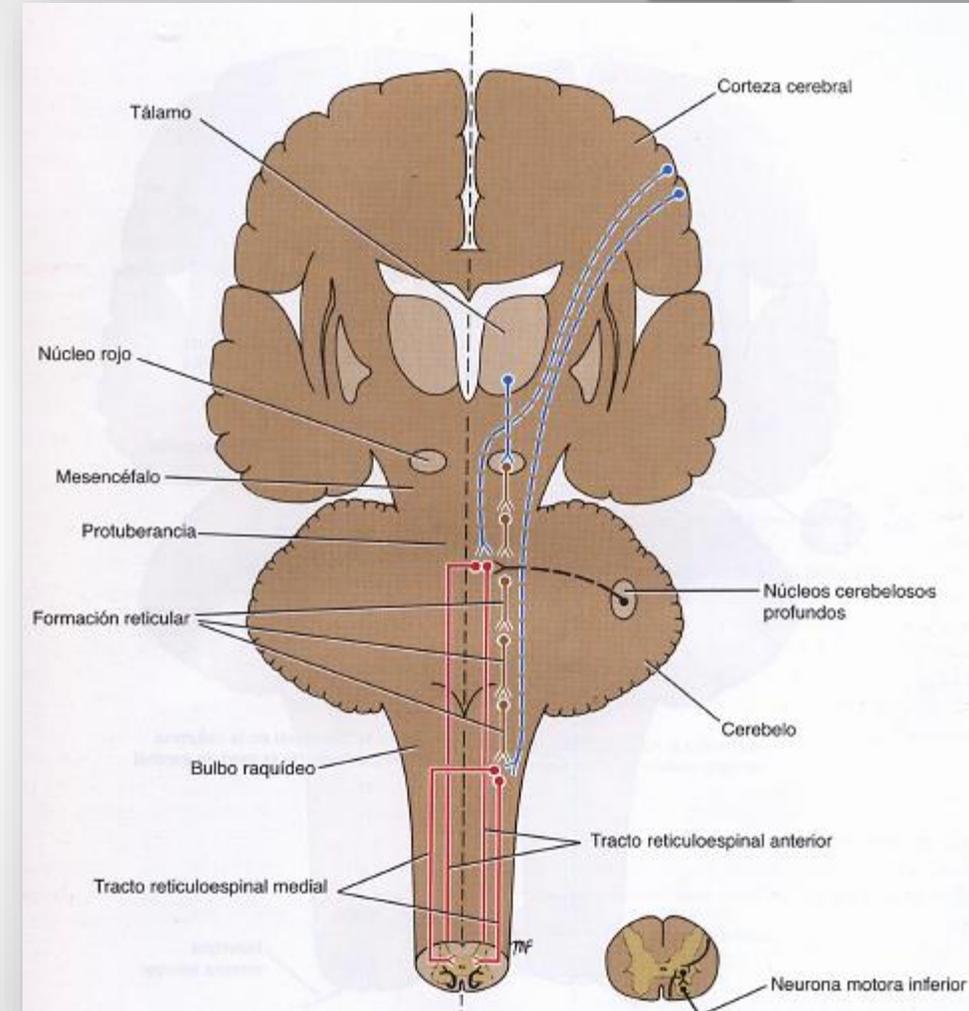
En el mesencéfalo, puente y BR existen fibras nerviosas que se conocen como la **Formación reticular**. Estas neuronas del puente, envían axones *no cruzados*, hacia la **ME** y forman el *fascículo reticuloespinal pontino*.

Desde el **BR**, neuronas envían axones para formar el *fascículo bulbo rreticuloespinal medular*.

Las fibras reticuloespinales del puente descienden a través del *cordón blanco anterior* mientras que las que proceden del BR lo hacen por el *cordón blanco lateral*.

Ambas penetran por los *cordones grises anteriores* de la ME para facilitar o inhibir las neuronas motoras alfa y gamma.

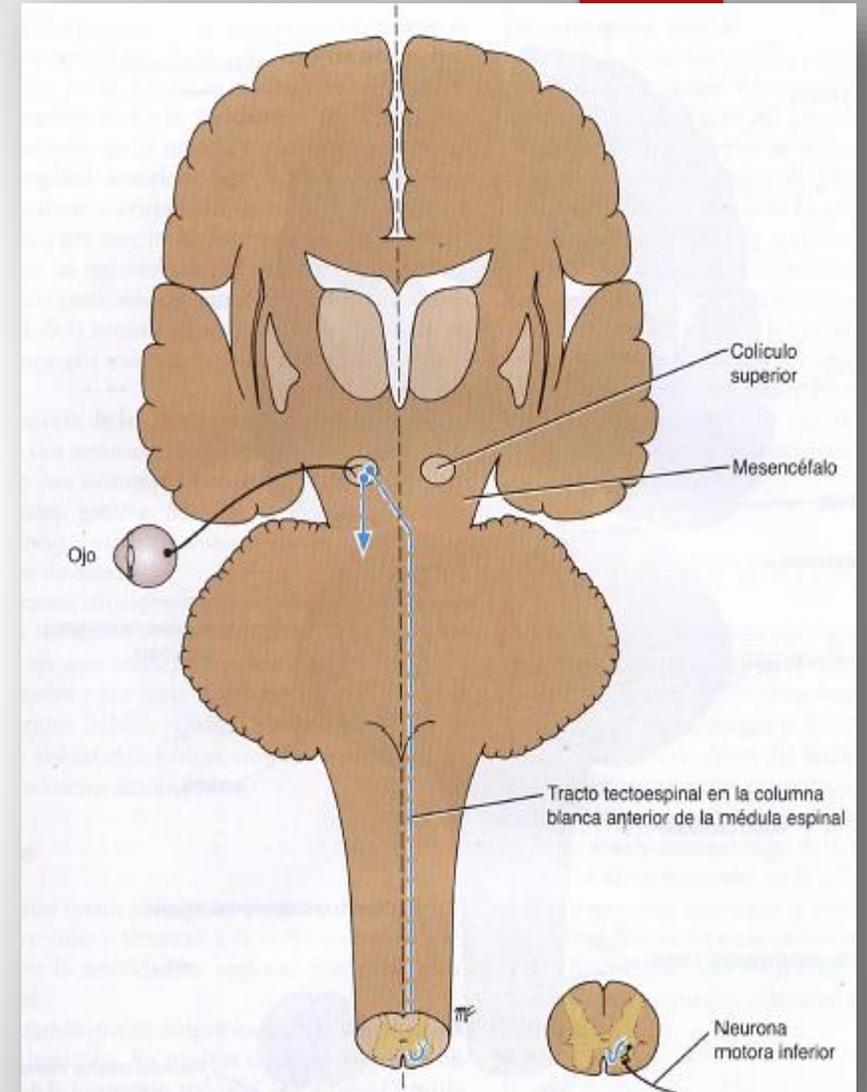
- Son una vía mediante la cual el **hipotálamo controla las eferencias simpáticas y parasimpáticas sacras**.



C) FASCÍCULOS TECTOESPINAL

Las fibras de este fascículo proceden de células nerviosas en el **colículo superior del mesencéfalo**. La mayoría de las fibras *crucan la línea media* y descienden por el **tronco encefálico** cerca del *fascículo longitudinal medial*. El fascículo tectoespinal desciende a través del *cordón blanco anterior* de la ME. La mayoría de las fibras terminan en el *cordón gris anterior*, en los segmentos cervicales superiores.

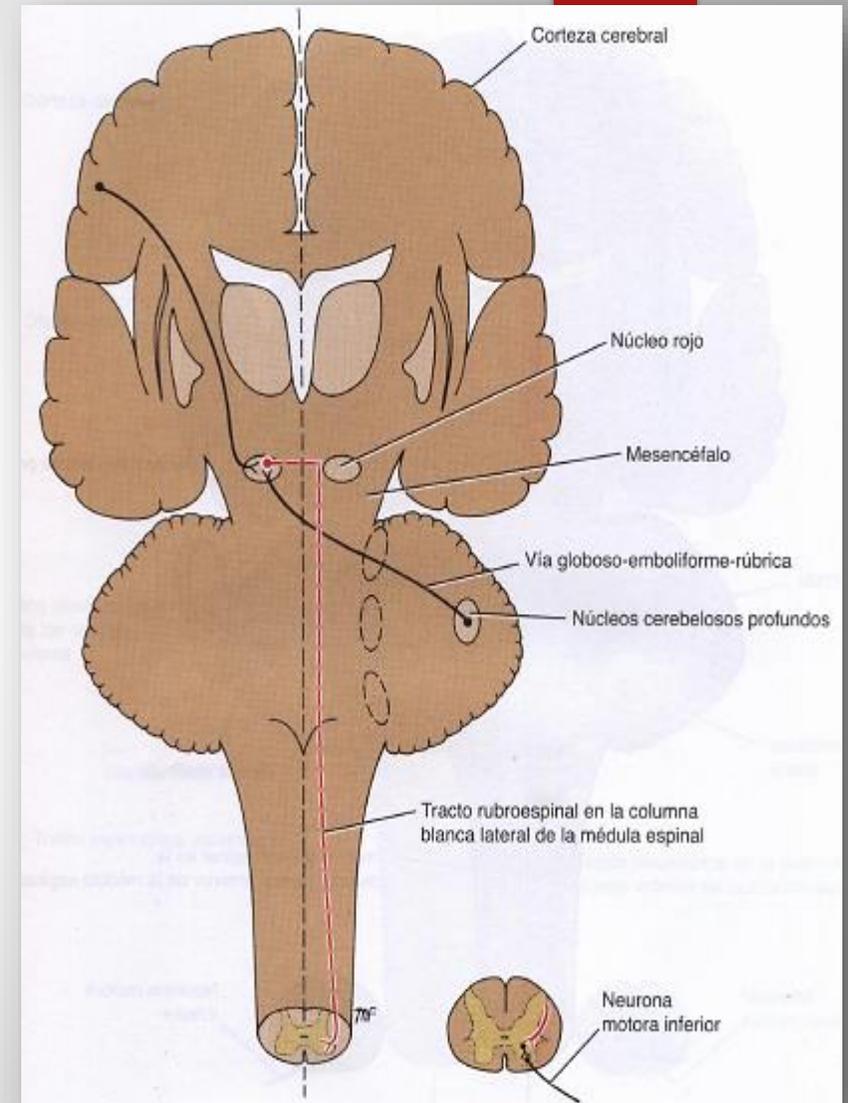
- Esta vía participa en los **movimientos posturales reflejos como respuesta a estímulos visuales**.



D) FASCÍCULOS RUBROESPINAL

El Núcleo rojo está situado en el **techo del mesencéfalo** al nivel del **colículo superior**. Los axones de este núcleo *cruzan la línea media* a nivel del núcleo y descenden como fascículo rubroespinal a lo largo del **puente** y el **BR** para entrar en el *cordón blanco lateral* de la ME. Las fibras terminan en el *cordón gris anterior* de la ME. Las neuronas del núcleo rojo reciben impulsos aferentes de conexiones de la corteza cerebral y el cerebelo.

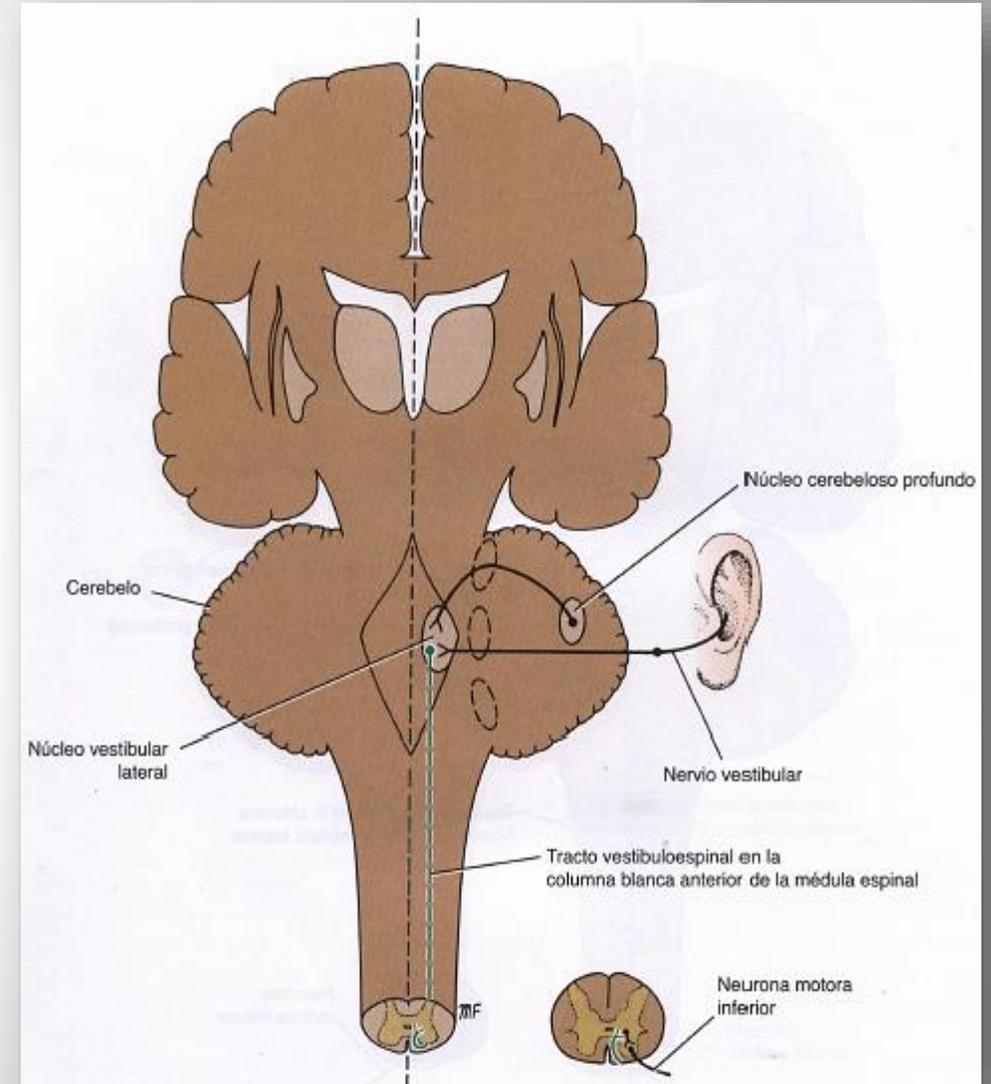
- Se cree que esta vía **facilita la actividad de los músculos flexores e inhibe la actividad de los músculos extensores.**



E) FASCÍCULO VESTIBULOESPINAL

Los **núcleos vestibulares** están situados en el **puente** y en el **BR**, debajo del suelo del **4º ventrículo**. Estos núcleos reciben fibras aferentes del oído interno a través del nervio vestibular y del cerebelo. Las neuronas del núcleo vestibular forman el fascículo vestibuloespinal. Este fascículo desciende *sin cruzar* a través del BR y de la ME en el *cordón blanco anterior*. Las fibras hacen sinapsis en el cordón gris anterior de la ME.

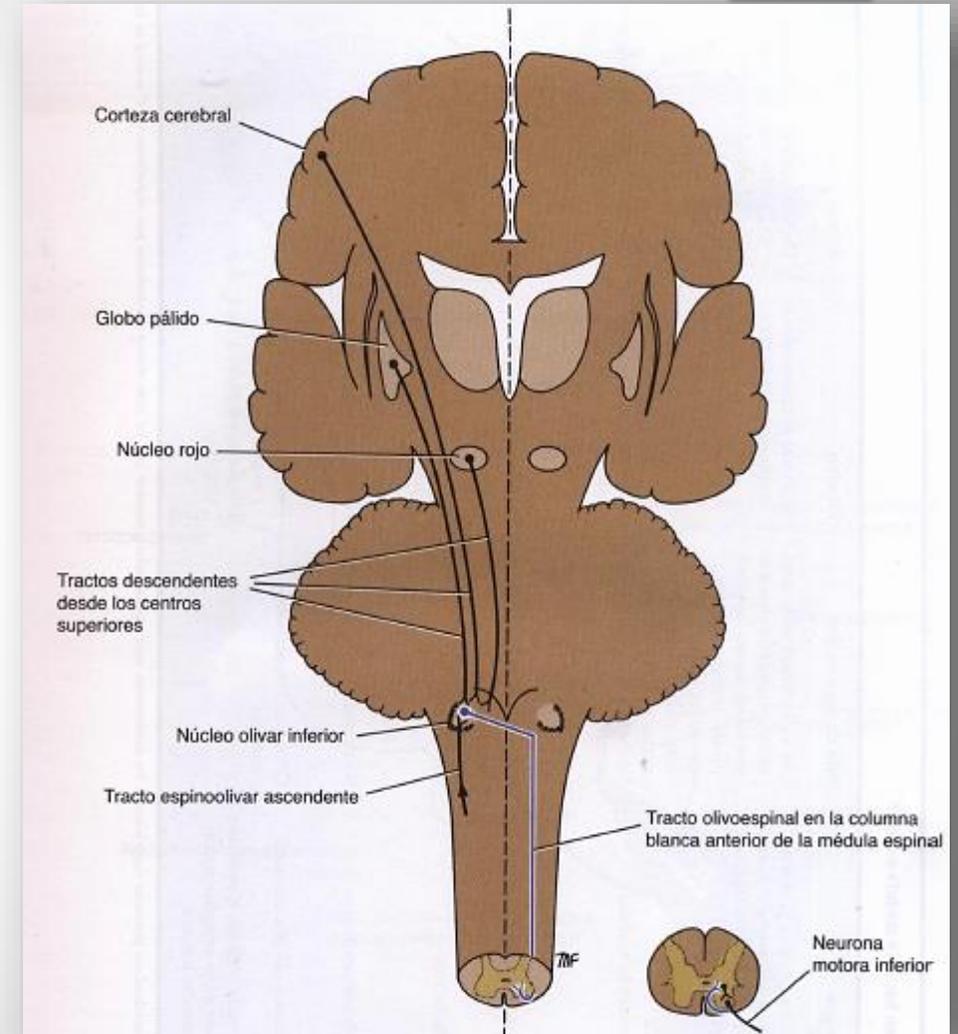
- La vía **facilita la actividad de los músculos extensores e inhiben la actividad de los músculos flexores en asociación con la conservación del equilibrio.**



F) FASCÍCULO OLIVOESPINAL

Se pensaba que procedía del **núcleo olivar inferior** y descendía por el *cordón blanco lateral* de la ME, para influir en la actividad de las neuronas motoras del *cordón gris anterior*.

- Pero actualmente, existen dudas considerables sobre su existencia.



FUNCIONES DE LOS TRACTOS DESCENDENTES

MOVIMIENTOS
VOLUNTARIOS

- TRACTO CORTICOESPINAL

FACILITAN O INHIBIEN
EL MOV. VOLUNTARIO Y
LA ACTIVIDAD REFLEJA

- TRACTO RETICULOESPINAL

MOV. POSTURALES
REFLEJOS A ESTÍMULOS
VISUALES

- TRACTO TECTOESPINAL

FACILITA E INHIBE LOS
MÚSCULOS FLEXORES
Y EXTENSORES

- TRACTO RUBROESPINAL

ACTIVIDAD POSTURAL
Y EQUILIBRIO.

- TRACTO VESTIBULOESPINAL

ACTIVIDAD MUSCULAR

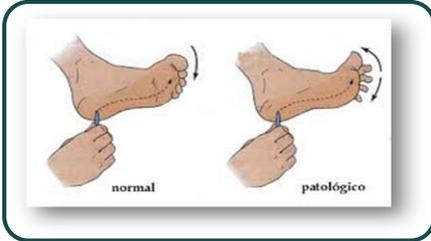
- TRACTO OLIVOESPINAL

RESUMEN DE LOS PRINCIPALES TRACTOS DESCENDENTES

NOMBRE	FUNCIÓN	ORIGEN	TERMINACIÓN	UBICACIÓN ME
TRACTO CORTICOESPINAL (LATERAL)	Funcionamiento motor fino (controla la musculatura distal). Modulación de las funciones sensoriales	Corteza premotora y células motoras	Células del asta anterior (Interneuronas) y neuronas motoras inferiores	Cordón lateral (cruza el BR por la decusación piramidal)
TRACTOS CORTICOESPINAL ANTERIOR	Funcionamiento motor grueso y postural (musculatura proximal y axial)	Corteza premotora y células motoras	Células del asta anterior (Interneuronas) y neuronas motoras inferiores	Cordón anterior sin cruzarse hasta descender por la decusación
TRACTO VESTIBULO ESPINAL	Reflejos posturales	Núcleo vestibular lateral y medial	Interneuronas y neuronas motoras del asta anterior (para extensores)	Cordón ventral
TRACTO RUBRO ESPINAL	Funcionamiento motor	Núcleo rojo	Interneuronas del asta ventral	Cordón lateral
VÍA ESPINAL RETICULO	Modulación de la transmisión sensorial (especialmente dolor). Modulación reflejos espinales	Formación reticular del tronco encefálico.	Asta dorsal y ventral	Cordón anterior
VIA TECTOESPINAL	Giro reflejo de la cabeza	Mesencéfalo	Interneuronas del asta ventral	Cordón ventral

LESIÓN DE LAS NEURONAS MOTORA SUPERIORES

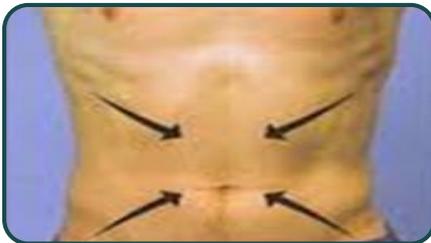
TRACTOS CORTICOESPINALES (PIRAMIDALES)



1) PRESENCIA DEL SIGNO DE BABINSKI.

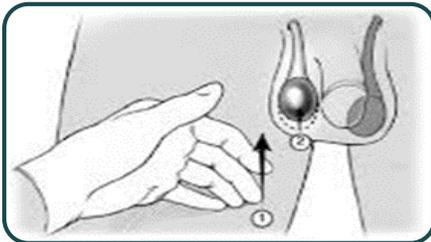
El dedo gordo del pie se dorsiflexiona y los otros dedos se abren en abanico hacia afuera en respuesta al raspado de la piel. La respuesta normal es la flexión plantar de todos los dedos

- El signo está presente durante el primer año de vida porque el tracto corticoespinal no se mieliniza hasta pasado ese período.



2) AUSENCIA DE LOS REFLEJOS CUTANEOABDOMINALES

- Los músculos abdominales no se contraen cuando se raspa la piel del abdomen
- Este reflejo depende de la integridad de los tractos corticoespinales, que ejercen una influencia excitadora tónica sobre las
- neuronas internunciales.



3) AUSENCIA DEL REFLEJO CREMASTERIANO

- El músculo cremáster no se contrae cuando se golpea la piel sobre la cara medial del muslo
- Este arco reflejo atraviesa el primer segmento lumbar de la ME.

TRACTOS NO CORTICOESPINALES (EXTRAPIRAMIDALES)

1) **PARÁLISIS GRAVE** con poca o ninguna atrofia muscular (excepto la secundaria a la falta de uso).

2. **ESPASTICIDAD O HIPERTONÍA DE LOS MÚSCULOS.** El miembro inferior se mantiene en extensión y el miembro superior se mantiene en flexión.

3. Puede haber **HIPERREFLEXIA OSTEOTENDINOSA** profunda y clonus en los flexores de los dedos de la mano, el cuádriceps femoral y los músculos de la pantorrilla.

4. **REACCIÓN EN NAVAJA.** Cuando se intenta el movimiento pasivo de una articulación hay resistencia debido a la espasticidad muscular. Los músculos, al ser estirados, ceden súbitamente debido a la inhibición mediada por los órganos neurotendinosos.

2.7. PARES CRANEALES. NUCLEOS DE LAS CONEXIONES CENTRALES Y DISTRIBUCIÓN

I OLFATORIO

II ÓPTICO

III OCULOMOTOR

IV TROCLEAR

V TRIGÉMINO

VI ABDUCENS

VII FACIAL

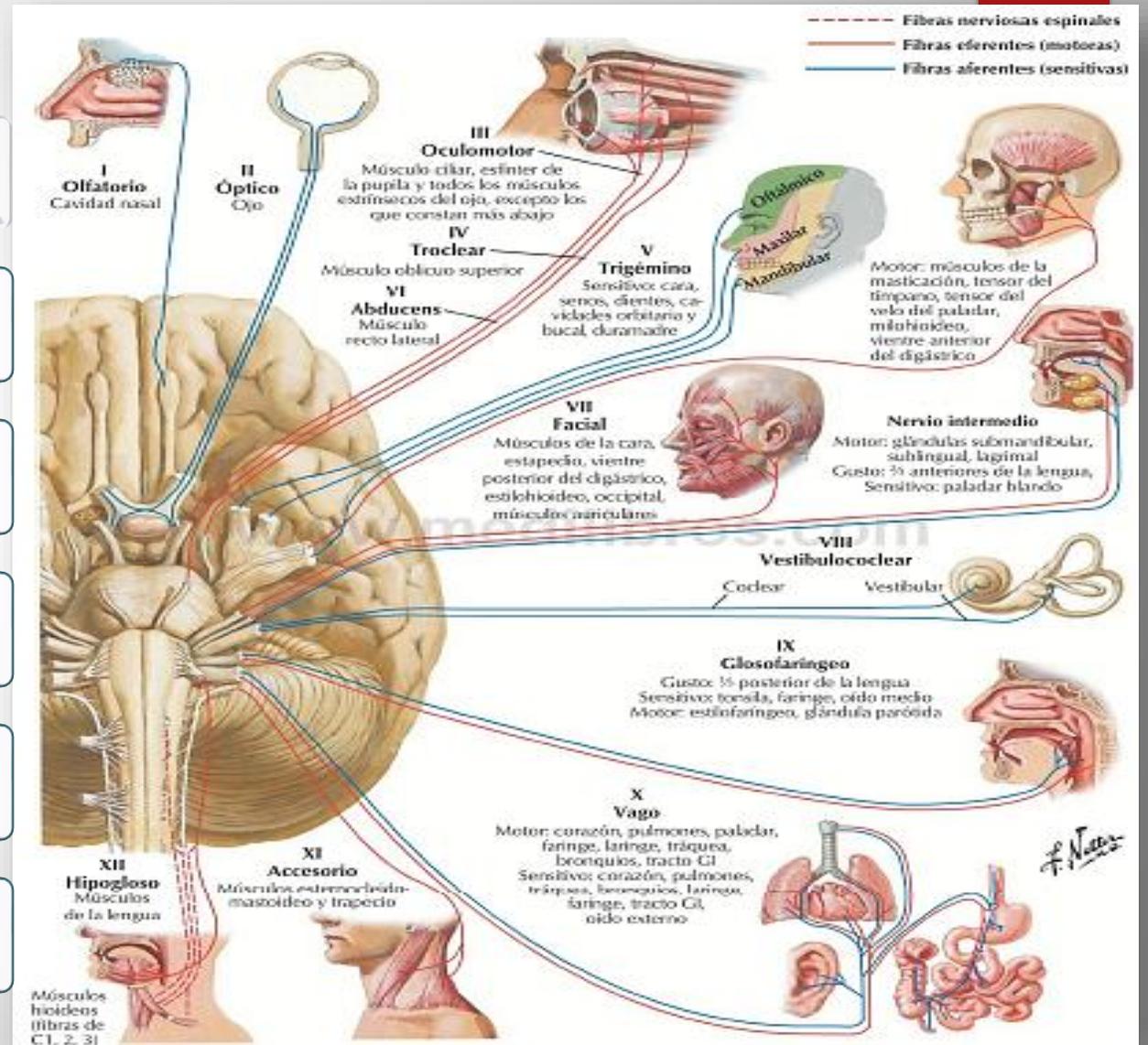
VIII VESTIBULO-COCLEAR

IX GLOSO-FARINGEO

X VAGO

XI ACCESORIO

XII HIPOGLOSO



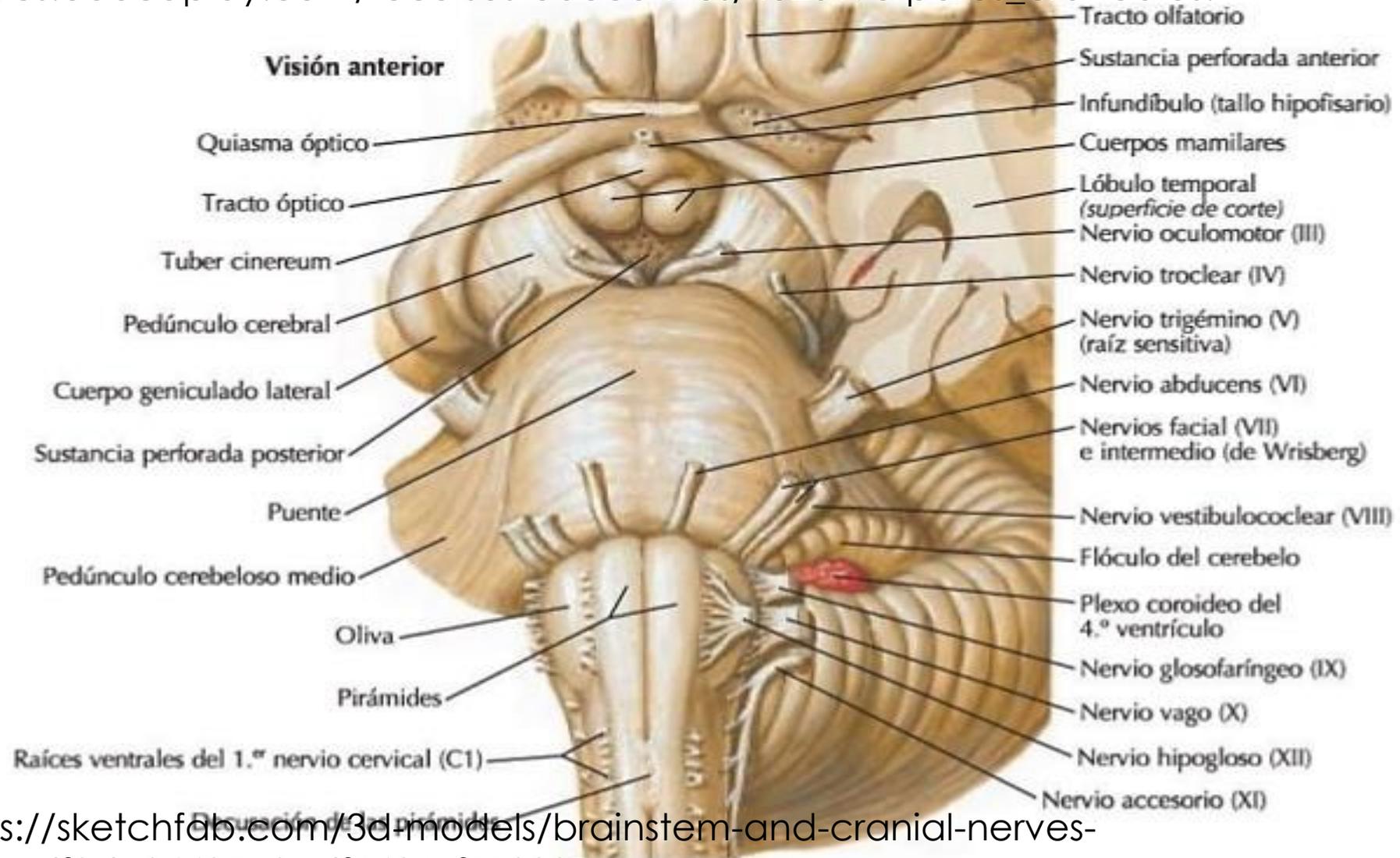
NERVIOS CRANEALES

Hay 12 nervios craneales que salen del encéfalo y pasan a través de agujeros en el cráneo. Los nervios envían información sensorial procedente del cuello y la cabeza hacia el sistema nervioso central. Reciben órdenes motoras para el control de la musculatura esquelética del cuello y la cabeza.

1. N. OLFATORIO	Función sensitiva quimiorreceptora
2. N. ÓPTICO	Función sensitiva fotorreceptora
3. N. OCULOMOTOR	Función motora para varios músculos del ojo.
4. N. TROCLEAR	Función motora para el músculo oblicuo mayor del ojo
5. N. TRIGEMINO	Función sensitiva facial y motora para los músculos de la masticación.
6. N. ABDUCENS	Función motora para el músculo recto del ojo.
7.N. FACIAL	Función motora para los músculos faciales y sensitiva para la parte anterior de la lengua
8.N. AUDITIVO	Recoge los estímulos auditivos y del equilibrio-orientación
9.N. GLOsofaríngeo	Función sensitiva y quimiorreceptora del gusto, y motora para la faringe.
10.N. VAGO	Función sensitiva y motora de tipo visceral para casi todo el cuerpo.
11.N. ESPINAL	Función motora para el cuello y la parte posterior de la cabeza
12. N. HIPOGLOSO	Función motora para la lengua.

https://es.educaplay.com/recursos-educativos/8203327-pares_craneales.html

https://es.educaplay.com/recursos-educativos/4320198-pares_craneales.html



<https://sketchfab.com/3d-models/brainstem-and-cranial-nerves-830b1df0de04435c8edf64261f510907>

I PAR CRANEAL: NERVIO OLFATORIO

EXPLORACIÓN

No se explora rutinariamente. Si la historia clínica sugiere alguna anomalía, la olfato se explora colocando debajo de cada ventana nasal sustancias olorosas (perfume, alcohol, etc.) y se solicita al paciente que los reconozca.



PATOLOGIA

La falta del sentido del olfato se denomina **ANOSMIA**.

HIPOSMIA:
disminución del sentido

HIPEROSMIA:
: Sensación de que los olores se hacen mas fuertes

CACOSMIA:
Percepción de malos olores

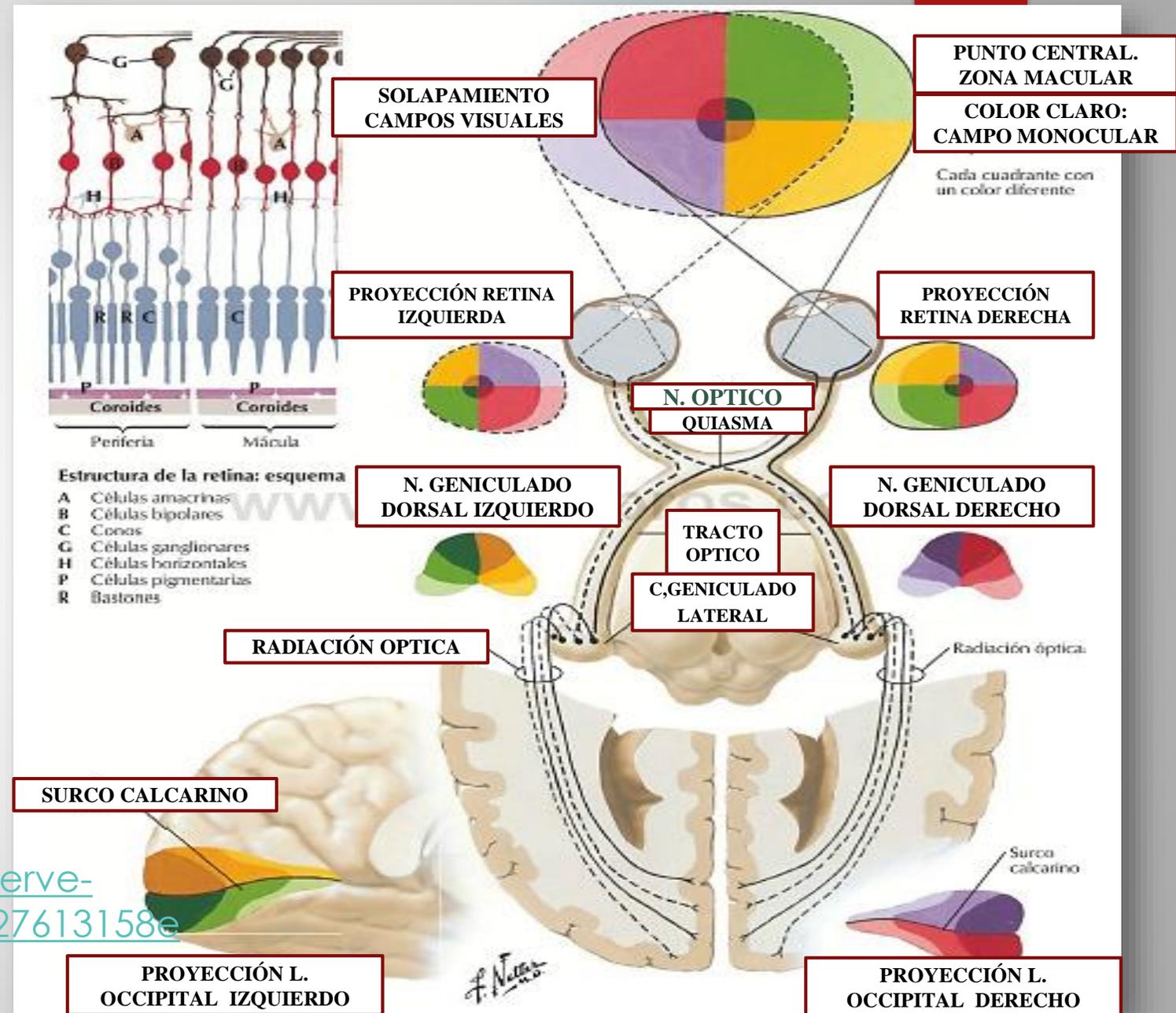
PAROSMIA:
Distorsión del sentido del olfato

II PAR CRANEAL: NERVIO OPTICO

ANATOMIA

El nervio óptico se origina en las células de la **retina** y después pasa a través de la **papila óptica** hasta la órbita. El nervio óptico se denomina **cintilla óptica** cuando las fibras pasan a través del **QUIASMA ÓPTICO**. Los axones de la cintilla óptica se proyectan hasta el **colículo superior**, así como al **núcleo geniculado lateral del tálamo**. Desde aquí se proyectan, ipsilateralmente, mediante la radiación óptica hacia la **corteza calcarina** en el **lóbulo occipital**.

<https://sketchfab.com/3d-models/optic-nerve-cranial-nerve-ii-2174e8317d2842699f398f027613158e>



II PAR CRANEAL: NERVIIO OPTICO

EXPLORACIÓN

FONDO DE OJO

- Se examinan la retina.
- El examen de la *papila o disco óptico* (el punto de salida del nervio óptico en la retina) es de interés clínico (edema).

AGUDEZA VISUAL

- Se examina cada ojo por separado. Para analizar la agudeza se solicita al paciente que lea letras de distintos tamaños (carta de Snellen)

CAMPOS VISUALES

- Por confrontación. A un metro se mueven los dedos de las manos. Solicitar al paciente que indique cuándo y de qué lado se mueven.
- Por perimetria: Mover objetos blancos con separación para determinar la presencia de un escotoma.

PATOLOGIA



EDEMA DE PAPILA

Los bordes del disco óptico están borrosos.



ATROFIA OPTICA

Coloración blanquecina del disco óptico



AMBLIOPIA

pérdida de agudeza visual por afectación de la retina u otras estructuras nerviosas



HEMIANOPSIA

Pérdida de visión en la mitad del campo visual.

Homónima, afecta a un campo (temporal y nasal)

Heterónima ambos campos

III PAR CRANEAL: NERVIO OCULOMOTOR

ANATOMIA

El nervio III craneal controla la **constricción pupilar**. El nervio III craneal se origina en el **mesencéfalo**, circula por la fosa media. La porción eferente somática inerva los músculos: *elevador del párpado superior, los músculos recto superior y el músculo oblicuo menor*. La porción eferente visceral (parasimpática) inerva el músculo ciliar y el esfínter de la pupila.

<https://sketchfab.com/3d-models/oculomotor-nerve-cranial-nerve-iii-0c851cb429b94ae2834bfd1abc413d57>

IV PAR CRANEAL: NERVIO TROCLEAR

ANATOMIA

Se origina en el **mesencéfalo inferior** y emerge por la cara dorsal del tallo encefálico y penetra en la órbita a través de la hendidura esfenoidal. Inerva el *músculo oblicuo mayor* que dirige el ojo hacia abajo.

<https://sketchfab.com/3d-models/trochlear-nerve-cranial-nerve-iv-079edfa902834a959d5fa096d8bae86b>

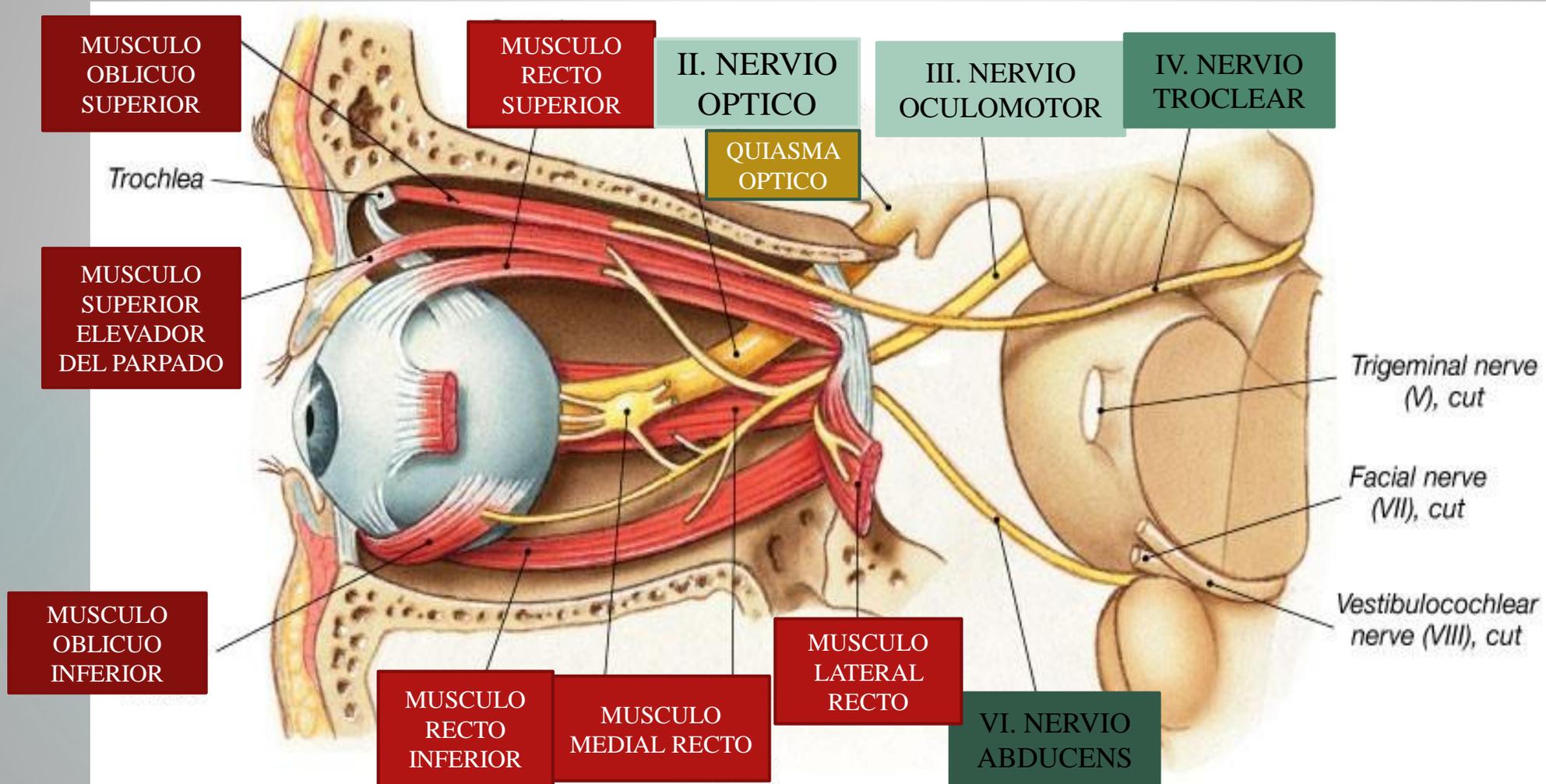
VI PAR CRANEAL: NERVIO ABDUCENS

ANATOMIA

Tiene su origen en la **protuberancia**, inerva el *músculo recto externo del ojo*. Su largo trayecto intracraneal le hace vulnerable a procesos patológicos en las fosas craneales posterior y media.

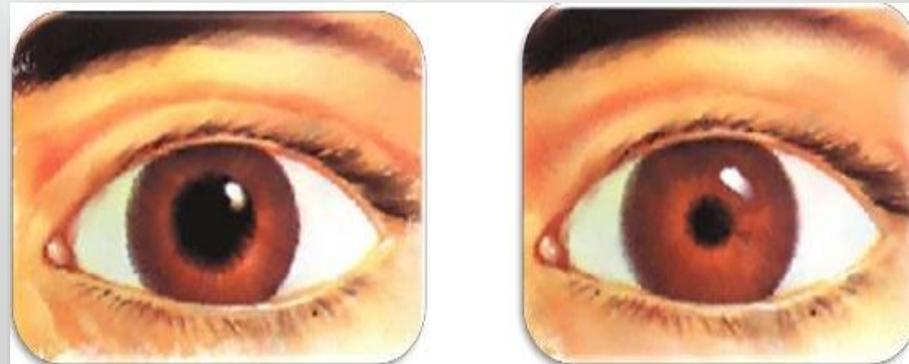
<https://sketchfab.com/3d-models/abducens-nerve-cranial-nerve-vi-08b639f5c73941ce82e9f80fdea3011e>

ANATOMIA PARES CRANEALES: III, IV, VI



EXPLORACIÓN

- Los músculos III, IV y VI se exploran, conjuntamente, ya que el sistema oculomotor activa, de forma coordinada, todos los músculos extraoculares.
- Para explorar estos nervios se solicita al paciente que **mire en todas las direcciones**.
- Es preciso observar si la hendidura del párpado es simétrica o existe caída (ptosis).
- Se realizará un examen de las pupilas: la **constricción de la pupila (MIOSIS)** se debe a la estimulación de fibras parasimpáticas, mientras que la **dilatación (MIDRIASIS)** es causada por la activación del simpático.



PATOLOGIA

ESTRABISMO (BIZQUERA).

Es la desviación de uno o ambos ojos.

PTOSIS (CAIDA DEL PARPADO).

Ocurre por parálisis del músculo elevador del párpado superior

NISTAGMO.

Es un movimiento involuntario de los ojos en distintas direcciones de la mirada

DIPLOPIA (VISIÓN DOBLE).

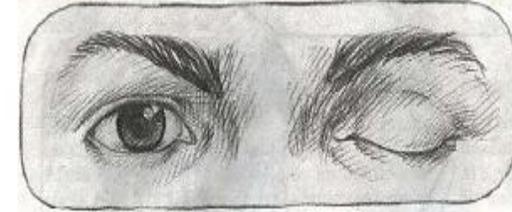
Es causada por un defecto en la alineación de los ejes visuales producido por la lesión de nervios III, IV y VI

OFTALMOPLEJIA.

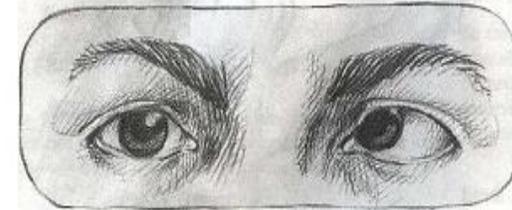
Es la existencia de una parálisis de alguno de los músculos extraoculares

ANISOCORIA.

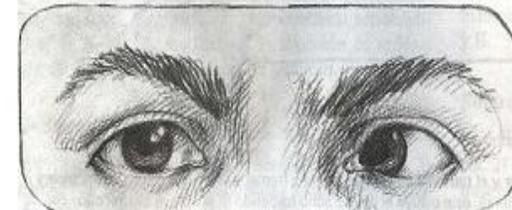
Asimetría diámetro de la pupila



← LESION DEL III PAR



← LESION DEL IV PAR

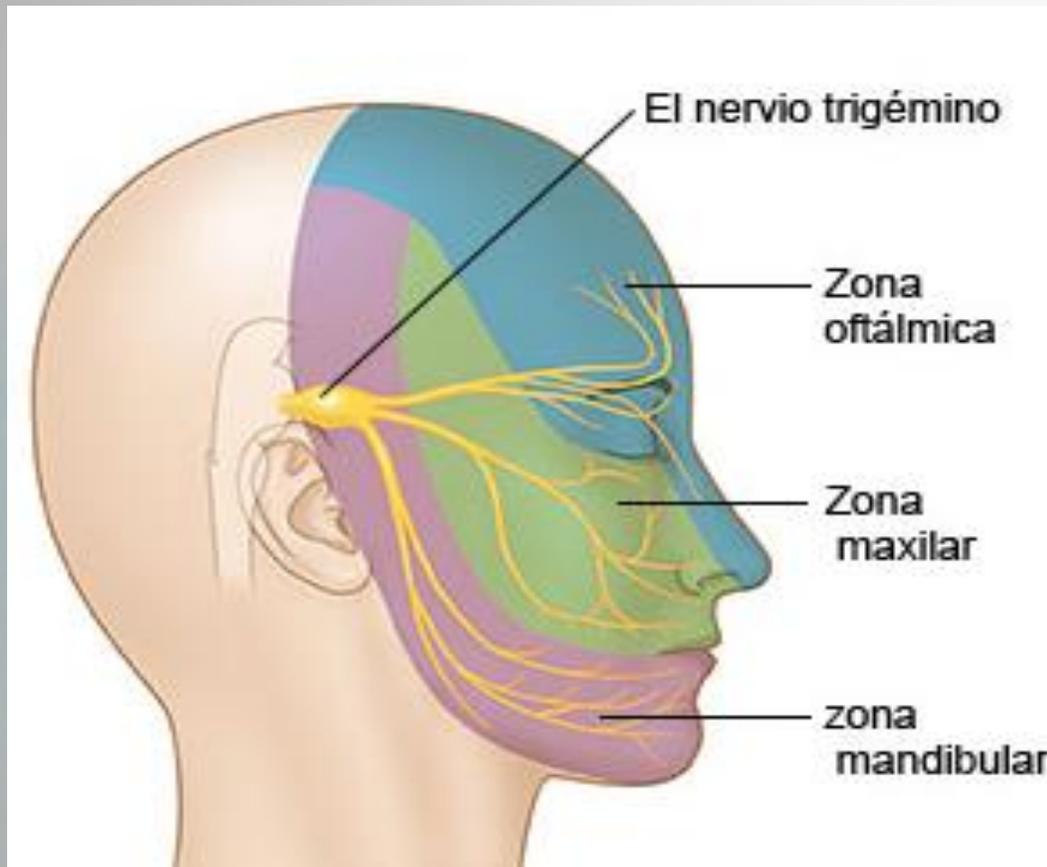


← LESION DEL VI PAR

V PAR CRANEAL: NERVIO TRIGEMINO

ANATOMIA

Es un nervio mixto de la **protuberancia** con una raíz sensitiva que inerva la cara y la mucosa nasal y bucal, y una raíz motora encargada de los músculos de la masticación.



EXPLORACIÓN

Se debe explorar la **SENSIBILIDAD DOLOROSA, TÉRMICA Y ALGÉSICA.**

REFLEJO CORNEAL
(se toca levemente la córnea con un algodón y se comprueba el cierre de los párpados).

REFLEJO MASETERINO
(respuesta de cierre bucal al percutir el maxilar inferior hacia abajo) tiene valor para diferenciar una lesión de la vía piramidal, donde está aumentado

LOS MÚSCULOS TEMPORALES Y MASETEROS se examinan indicando al paciente que apriete los dientes mientras el examinador palpa los músculos e intenta separar los maxilares

PATOLOGIA

La lesión puede producir **DOLOR, HIPER O HIPOESTESIA**, de uno o varios de los territorios inervados por cada una de las divisiones del nervio y debilidad de los músculos que inerva

SÍNDROME DE MEJILLA ENTUMECIDA (numb cheek syndrome)

SÍNDROME DEL MENTÓN ENTUMECIDO (numb chin syndrome)

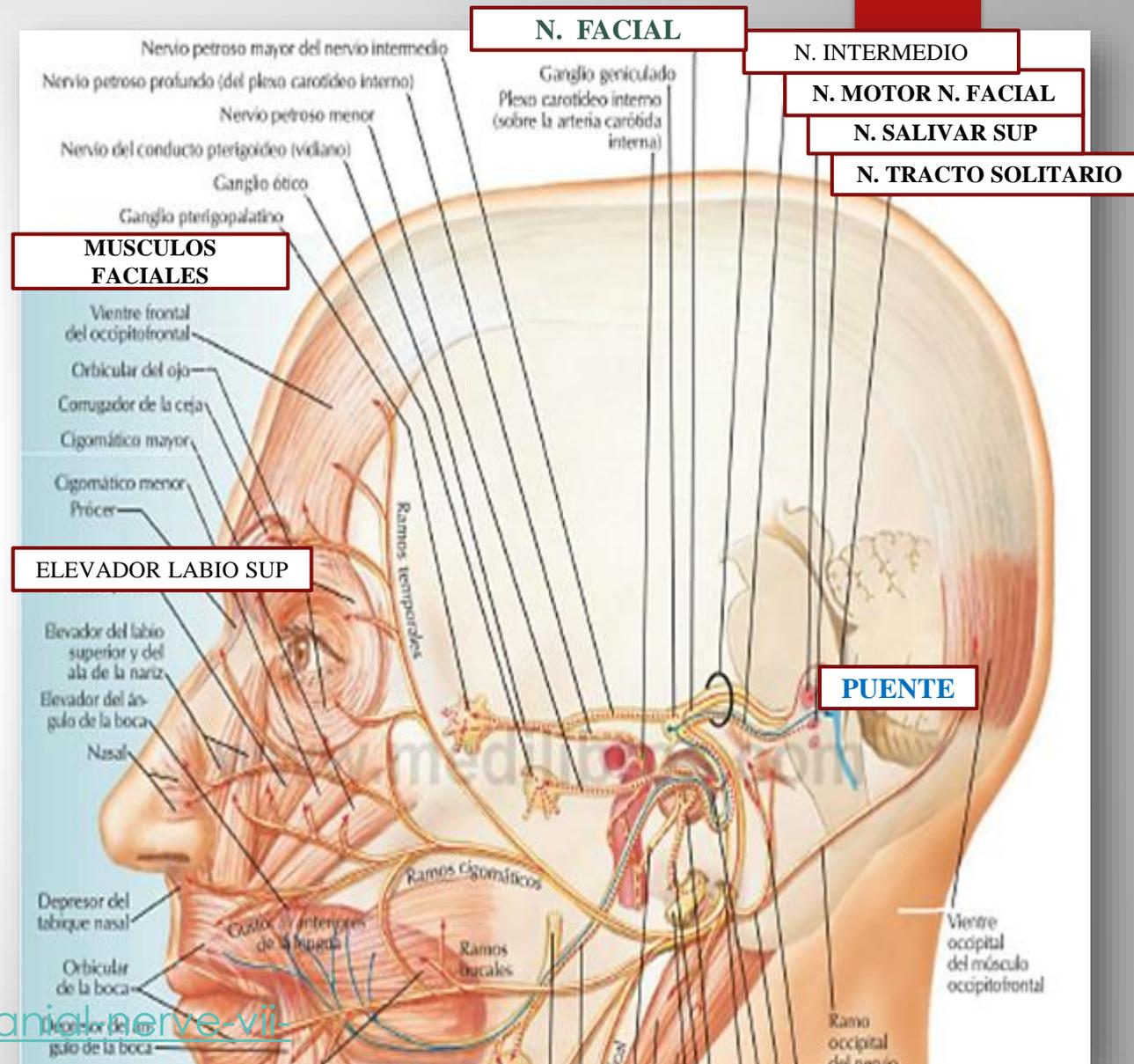
La **NEURALGIA DEL TRIGÉMINO** es la neuralgia más frecuente y se caracteriza por paroxismos de dolor lancinante en el territorio inervado por una o varias ramas.

VII PAR CRANEAL: NERVIO FACIAL

ANATOMIA

Es un nervio mixto.

1. Tiene una parte **motora** que se encarga de los músculos de la expresión facial. Participa de la sensibilidad gustativa de los dos tercios anteriores de la lengua. Contiene fibras parasimpáticas para las glándulas lacrimales y salivares. El núcleo motor está en la **protuberancia**.
2. La parte **sensitiva** termina en la parte superior del núcleo del tracto solitario en la **protuberancia** y tiene ramas periféricas que proceden de la lengua y del oído externo. También lleva fibras parasimpáticas (secretoras y vasodilatadoras) procedentes del núcleo salivar superior.



VII PAR CRANEAL: NERVIO FACIAL

EXPLORACIÓN

1) Para explorar la parte **motora** se pide al paciente que realice **movimientos faciales** (arrugar la frente, cerrar los ojos, fruncir los labios, sonreír o soplar).

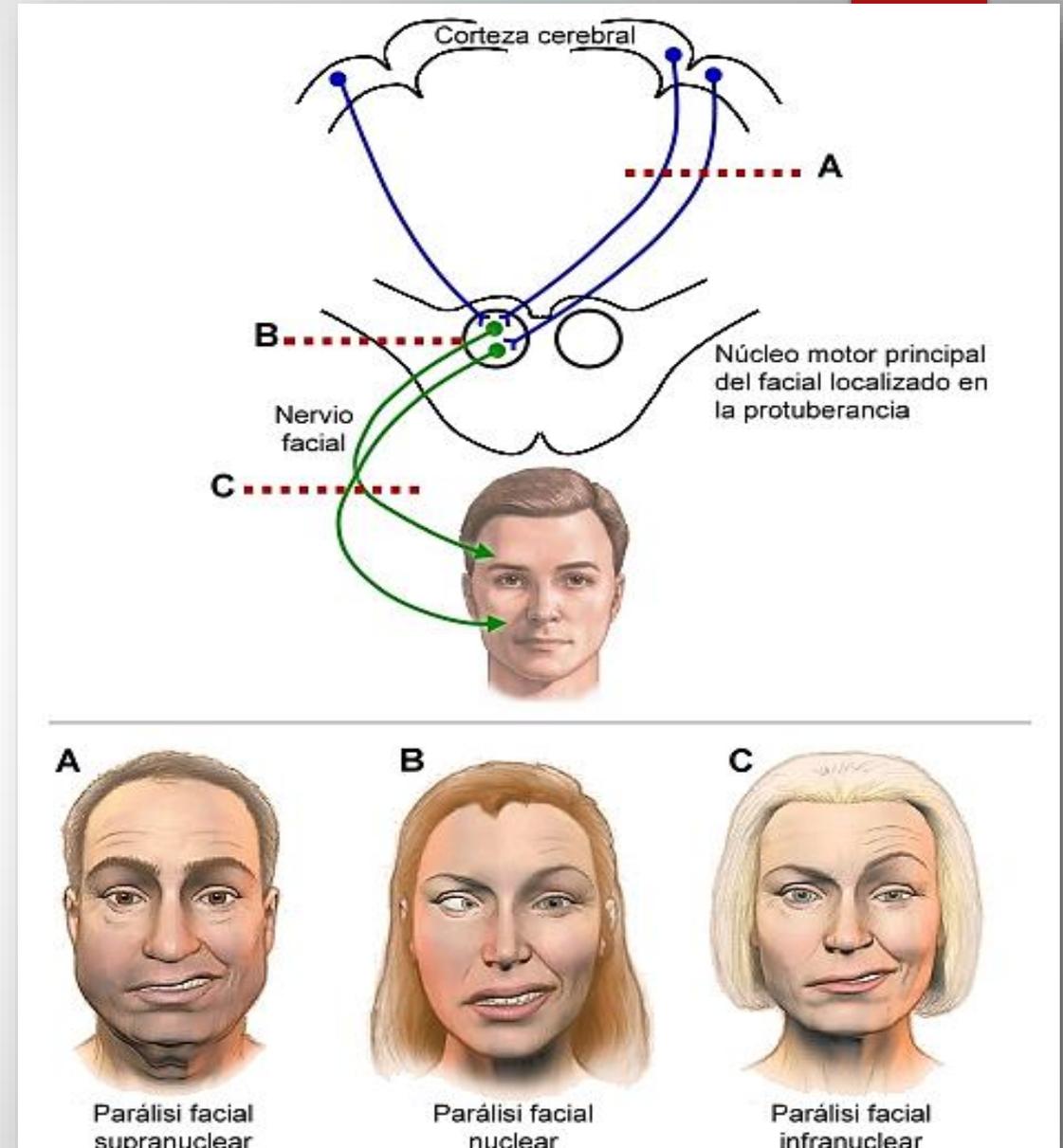
2) El **gusto** puede explorarse utilizando sustancias con sabor dulce, amargo, ácido y salado aplicados en cada mitad de los **dos tercios anteriores de la lengua**.

3) La disfunción **sensitiva** se localizará en la zona póstero-superior en la mitad superior del pabellón.

PATOLOGIA

PARÁLISIS FACIAL

- La lesión del nervio facial puede producir debilidad e hipotonía de los músculos faciales.
- En el lado parético, los pliegues frontales estarán menos marcados, la ceja estará caída y la frecuencia del parpadeo disminuye. Al parpadear puede observarse la desviación del globo ocular hacia arriba y hacia adentro (**fenómeno de Bell**) y la comisura bucal se desvía hacia el lado sano.
- La debilidad motora facial, puede ser debida a la afectación de las neuronas motoras superiores o por lesión de las neuronas motoras inferiores.



PATOLOGIA

La lesión del nervio facial puede causar **HIPERACUSIA** (algunos estímulos auditivos resultan molestos por el lado afecto)

DISGEUSIA (el paciente no puede distinguir los sabores masticando por un lado o nota sensación de sabor metálico o desagradable). Encontramos un déficit sensitivo en la zona del pabellón auricular

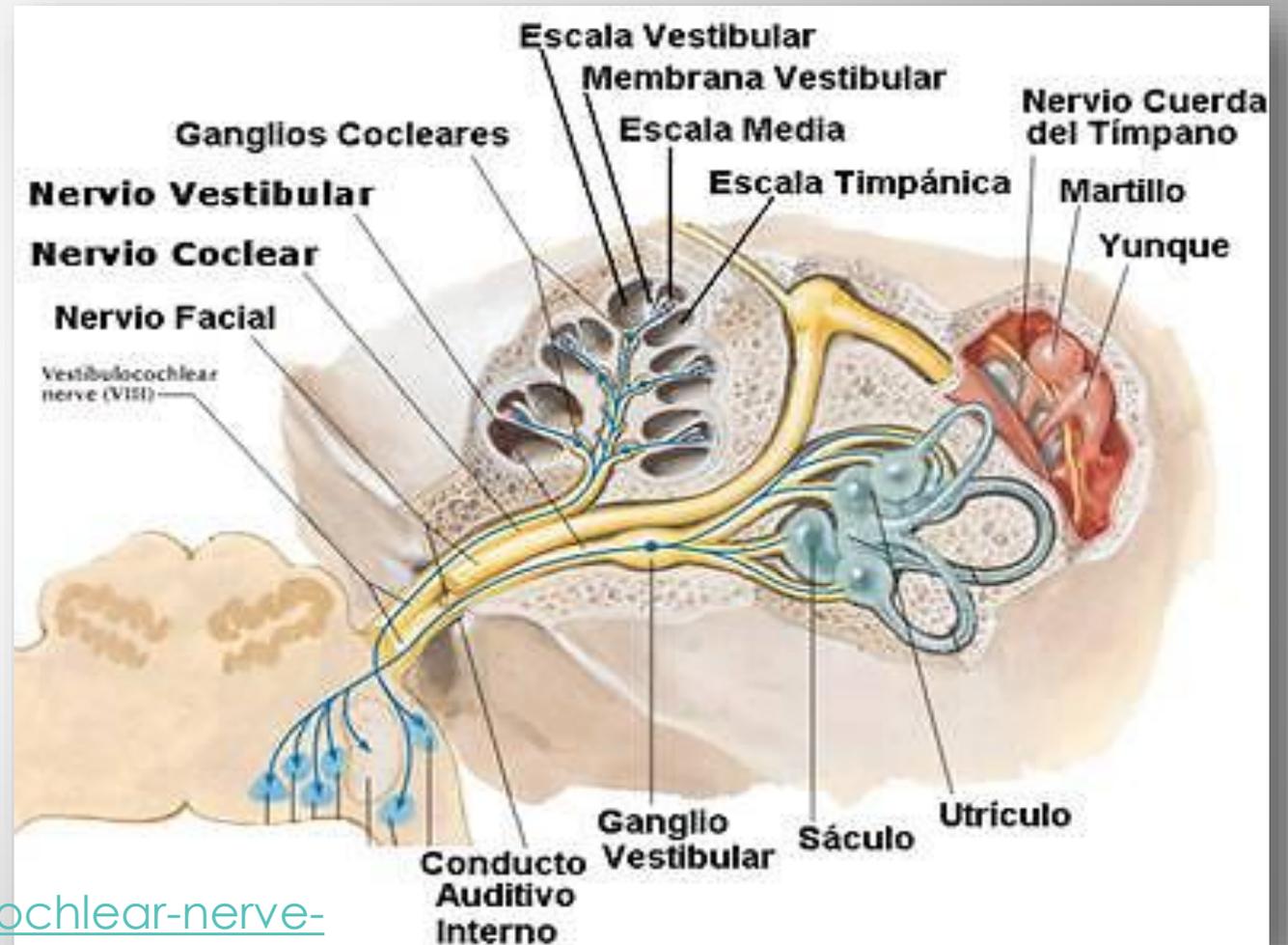
XEROFTALMIA. Puede observarse ojo seco por disminución de la secreción lacrimal y boca seca por disminución de la secreción salivar.

VIII PAR CRANEAL: NERVIO VESTIBULO- COCLEAR

ANATOMIA

Es un nervio sensorial encargado de la audición (rama coclear) y el equilibrio (rama vestibular).

1. La rama **coclear** tiene su origen en la cóclea y terminan en los núcleos cocleares del **BR**. Las lesiones corticales no producen una pérdida unilateral de audición.
2. La rama **vestibular** terminan en la parte vestibular del laberinto (canales semicirculares) y en el **BR** alcanzan los núcleos vestibulares.



VIII PAR CRANEAL: NERVIO VESTIBULO- COCLEAR

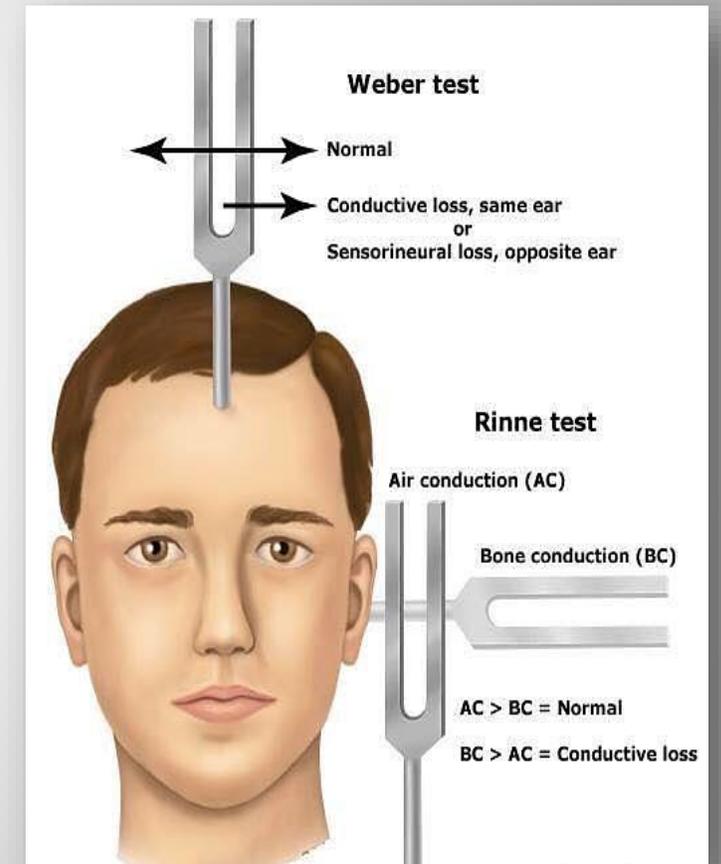
EXPLORACIÓN

PRUEBA DE WEBER

Coloque el mango de un diapasón en vibración en vértice del cráneo. Lo normal es que el sonido se perciba por igual en ambos oídos. En la afectación neurosensorial unilateral se produce lateralización hacia el lado normal.

PRUEBA DE RINNE

- Colocar el mango de un diapasón sobre la protuberancia mastoidea: cuando el paciente ya no oye el sonido, coloque la horquilla cerca de la oreja.
- **Rinne positivo** (*aire > hueso*) normal o pérdida neurosensorial.
- **Rinne negativo** (*aire < hueso*) pérdida de la conducción (patología del oído medio).



PATOLOGIA

Los síntomas de lesión auditiva **coclear** son **ACÚFENOS E HIPOACUSIA**,

La lesión **vestibular** causa **VÉRTIGO** (falso movimiento del entorno o del sujeto) y nistagmo

Las causas de lesión son múltiples: traumatismos (fracturas de la base del cráneo), infecciones o tumores del VIII par. Las lesiones del tronco del encéfalo no suelen producir hipoacusia por la **distribución bilateral de la vía auditiva**.

Las lesiones del VIII par pueden producir sordera parcial o completa a menudo asociadas a acúfeno ipsilateral

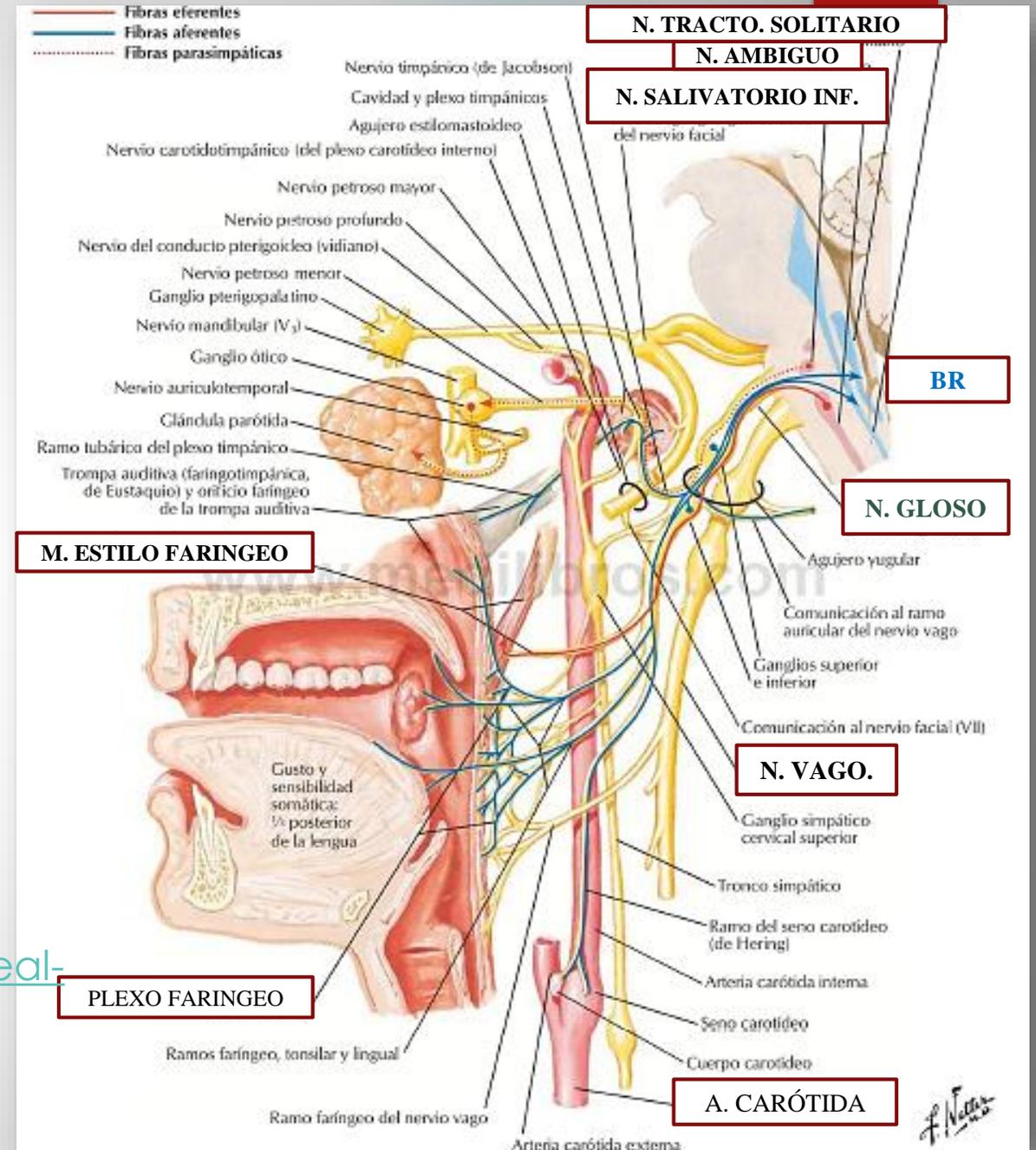
IX PAR CRANEAL: NERVI GLOsofaríngeo

ANATOMIA

El nervio glossofaríngeo contiene fibras sensitivas y motoras.

- Las fibras **sensitivas** viscerales se encargan de la transmisión de la **sensibilidad gustativa** del tercio posterior de la lengua, parte posterior de la faringe, amígdalas y el paladar blando. Estas fibras terminan en el tracto solitario del **BR**.
- Las fibras **motoras** proceden del **BR** y van al músculo estilofaríngeo (encargado de la elevación de la **faringe**) y músculo constrictor superior de la faringe.

<https://sketchfab.com/3d-models/glossopharyngeal-nerve-cranial-nerve-ix-8b6c19ea9ab44e1c9b4071140896dfc7>



EXPLORACIÓN

El IX par se explora tocando la pared posterior de la faringe con un depresor lingual. La respuesta normal es una contracción inmediata de los músculos de la faringe. La lesión del IX par no produce el reflejo faríngeos ni palatinos. *Isto del fauces= desde el velo del paladar hasta la epiglotis.*



El paciente con una lesión en el nervio glossofaríngeo del lado derecho al que se estimula el istmo de fauces no le dará arcadas.



También presentaría una depresión del techo del la faringe al decir "A" ya que el musculo estilo faríngeo no funcionaria correctamente.

PATOLOGIA

Las lesiones del BR pueden afectar los núcleos del IX nervio craneal siendo la causa mas frecuente la isquemia látero-bulbar o **síndrome de Wallenberg**.

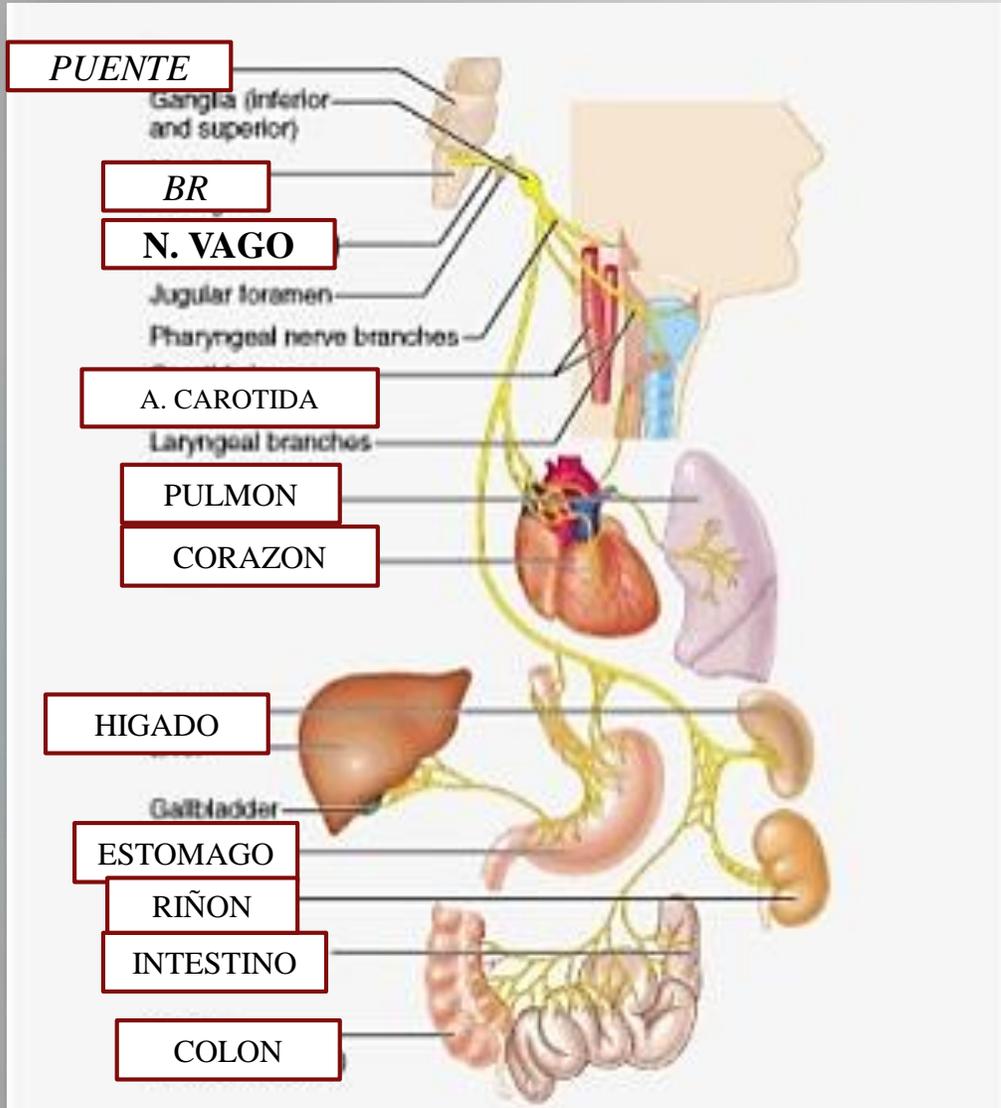
Habitualmente son afectados por tumores (fosa posterior), por isquemia o por traumatismos cervicales.

Es típica la **neuralgia idiopática del glossofaríngeo**. Consiste en una afección en la que se presentan episodios repetitivos de dolor intenso en la lengua, la garganta, el oído y las amígdalas

La afectación del par craneal IX puede producir caída del velo del paladar: **signo de la cortina o de Vernet** (al hablar, la pared posterior de la faringe se desvían al lado sano) y alteración del reflejo nauseoso del lado afectado

X PAR CRANEAL: NERVIO VAGO

ANATOMIA



<https://sketchfab.com/3d-models/vagus-nerve-cranial-nerve-x-706768a0c3bb413aac935c1ee1111cfb>

El nervio vago es el nervio craneal más distribuido.

Es un nervio mixto: motor, sensitivo y vegetativo.

- Las fibras **motoras** alcanzan los pulmones, esófago, corazón, estómago, intestino delgado, intestino grueso y la vesícula biliar.
 - La parte **sensitiva** recoge sensaciones procedentes de los órganos inervados, sentido muscular (**propiocepción**).
1. El **núcleo dorsal del vago (BR)** contiene componentes motores y sensoriales. Las **fibras motoras** son viscerales **eferentes** para los músculos lisos de los bronquios, corazón, esófago, estómago e intestino. Las **fibras sensoriales** son **aferencias** viscerales que se originan en el esófago e intestino superior.
 2. El **núcleo ambiguo (BR)** da origen a las fibras que controlan el velo del paladar y la faringe, y a músculos intrínsecos de la laringe. Tiene inervación supranuclear bilateral.
 3. El es compartido con el nervio del **núcleo del tracto solitario (BR)** glossofaríngeo y recibe fibras gustativas de la epiglotis.

EXPLORACIÓN

Se realizará un examen del velo del paladar, de la musculatura faríngea y laríngea. El examen de este nervio debería incluir examen de la voz y la habilidad para toser.

Se realizará un examen del **velo del paladar** para observar la elevación simétrica al pronunciar la letra “a”.

Se examina el **reflejo palatino** tocando alternativamente cada lado del velo del paladar, lo cual producirá la elevación del velo del paladar.

Se hará beber líquido, para ver si es deglutido adecuadamente o si hay reflujo nasal.

PATOLOGIA

Los **trastornos motores** afectan la deglución, la motilidad del velo del paladar y la de la faringe.

El síntoma más destacado es la **PARÁLISIS SUPERIOR DE LA FARINGE**.

La parálisis unilateral del X causa un desplazamiento de la faringe hacia el lado sano (**SIGNO DE LA CORTINA**), observando la pared posterior de la faringe mientras el paciente pronuncia la letra "A":

Voz nasal e incapacidad para toser de forma explosiva; reflujo de líquido por la nariz; parálisis de una cuerda bucal.

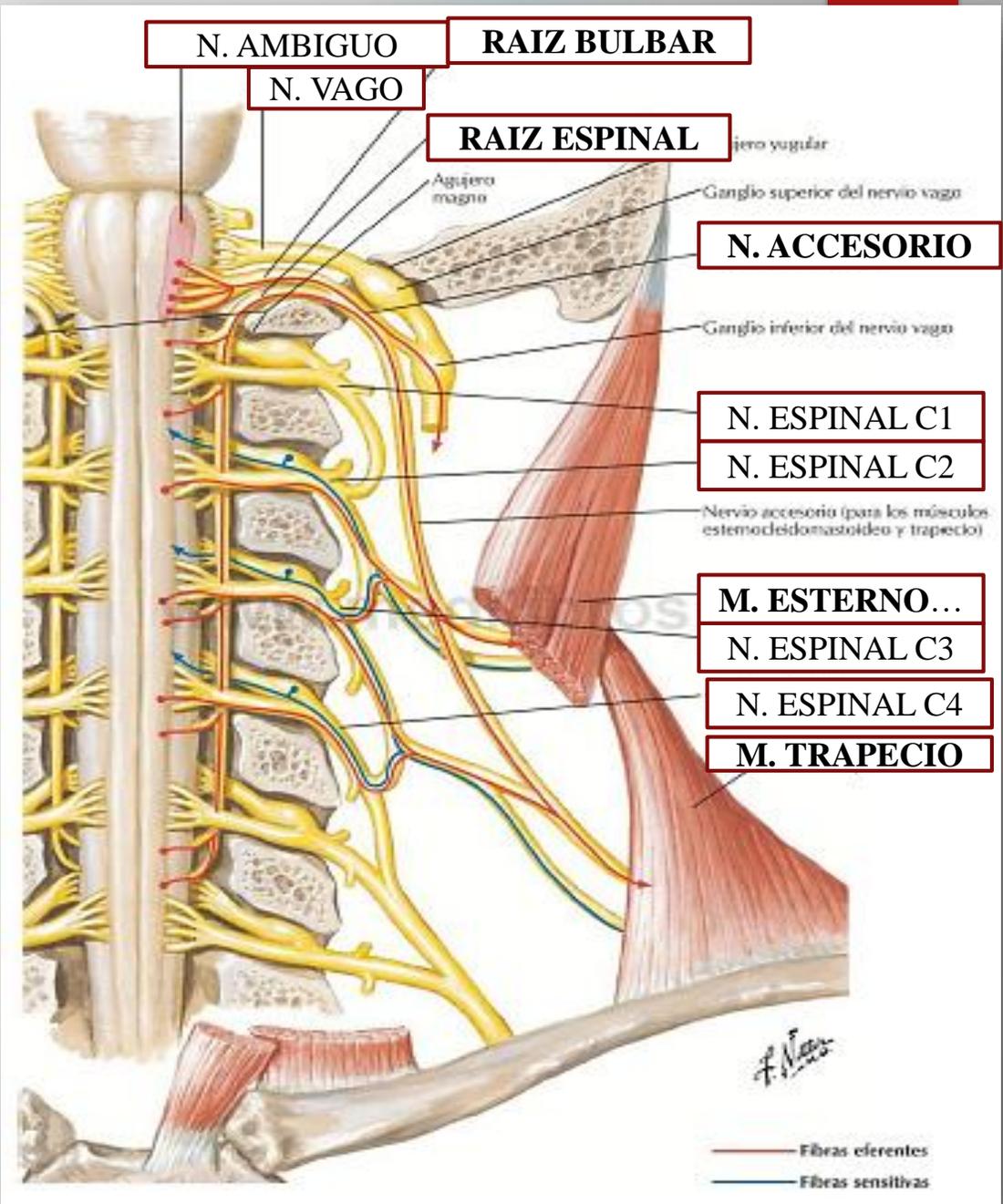
XI PAR CRANEAL: NERVIO ESPINAL ACCESORIO

Es un nervio mixto, formado por la unión de una raíz bulbar y otra medular. La raíz bulbar nace del núcleo ambiguo y se divide en dos ramas.

La rama bulbar, se une al vago y aporta las fibras motoras para los músculos de la laringe. La raíz medular (**nervio espinal**) nace de los segmentos C1 a C5, inervan a los músculos esternocleidomastoideo y trapecio.

1. La porción **motora** interviene en los movimientos de deglución y en los de la cabeza.
2. La porción **sensitiva** está formada por fibras de los propioceptores de los músculos a los que inerva.

<https://sketchfab.com/3d-models/accessory-nerve-cranial-nerve-xi-9eaf99173def4faa9500761bf6c1e3fa>



XI PAR CRANEAL: NERVIO ESPINAL ACCESORIO

EXPLORACIÓN



Se exploran las fibras de origen espinal.

El **M. ESTERNO-CLEIDOMASTOIDEO** se explora con movimientos de rotación, lateralización y flexión de la cabeza oponiendo resistencia en cada uno de estas acciones.

El **M. TRAPECIO** es elevador de los hombros. Se explora inspeccionando, palpando y oponiendo resistencia a la acción del músculo.

PATOLOGIA

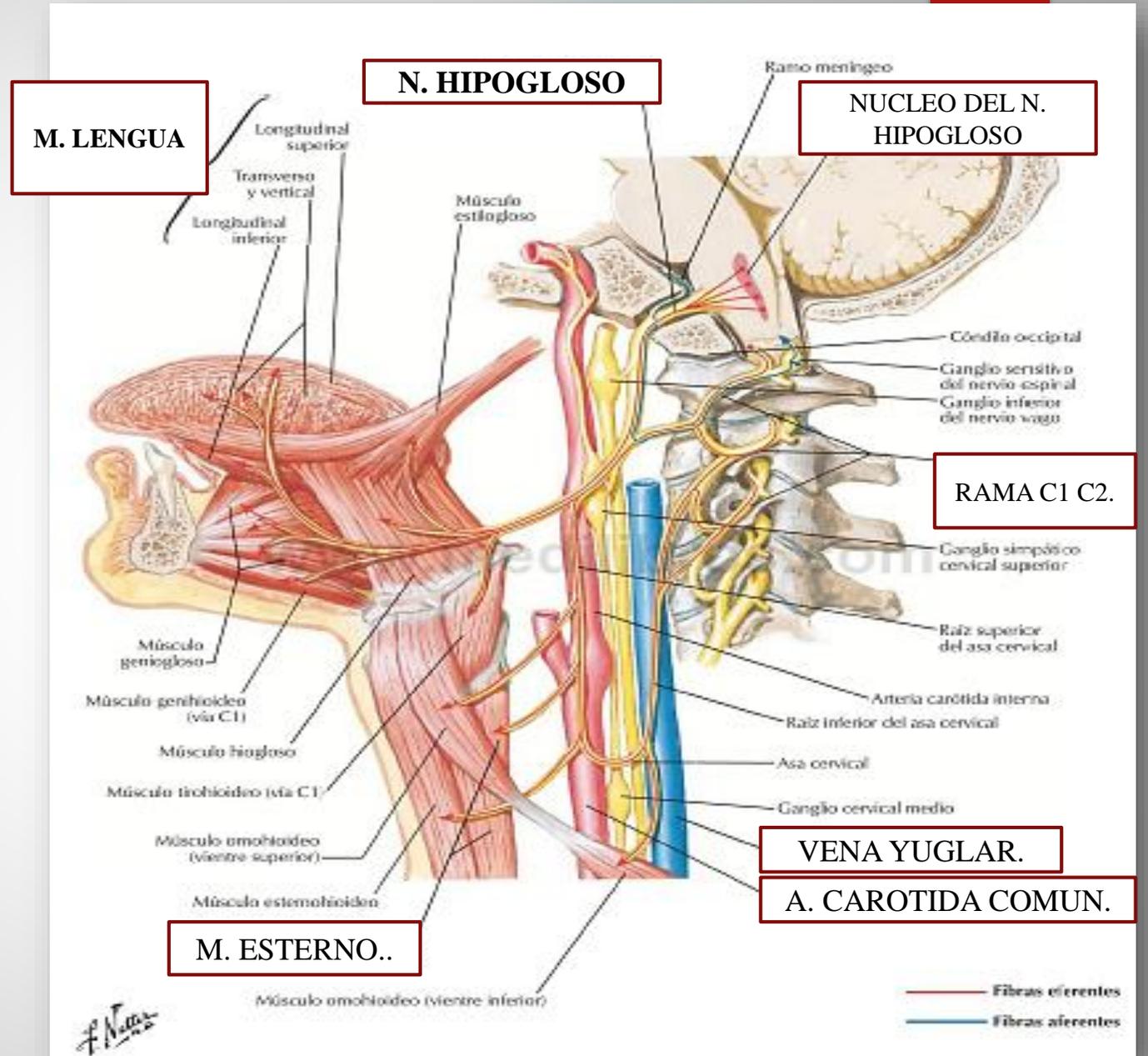
Una lesión del espinal medular ocasiona una debilidad de la rotación de la cabeza hacia el lado sano (**PARÁLISIS DEL ESTERNOCLEIDOMASTOIDEO**)

La lesión del espinal también produce una debilidad de la elevación del hombro (**PARÁLISIS DE LA PARTE SUPERIOR DEL TRAPECIO**).

XII PAR CRANEAL: NERVIO HIPOGLOSO

El nervio del hipogloso está situado en el **BR.**

Es un nervio exclusivamente motor destinado a los músculos de la lengua. Recibe fibras simpáticas del ganglio cervical superior, algunas fibras del vago y de las raíces motoras de C1 y C2.

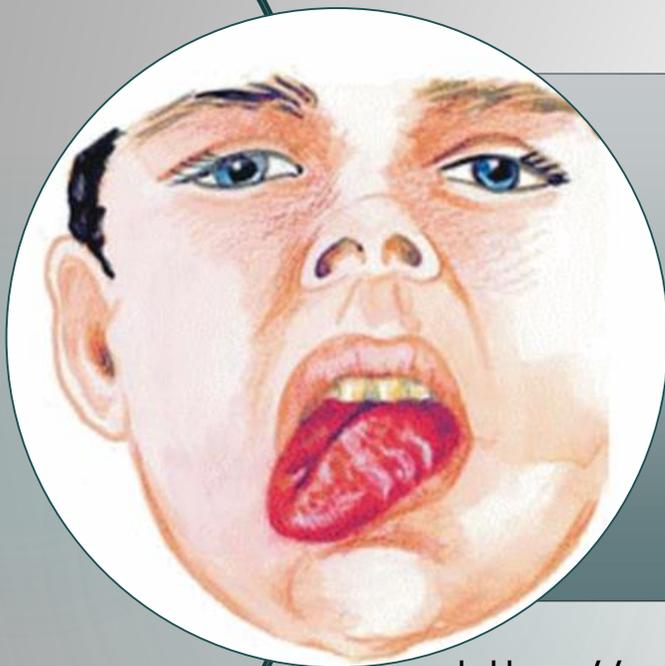


EXPLORACIÓN

Las maniobras constan de la observación de la lengua en el **suelo de la boca**

Hacer movimientos de **lateralización** de la lengua (tanto fuera de la boca, como dentro haciendo resistencia contra la mejilla

Se observa la **movilidad**, por si hay atrofia.



PARÁLISIS DEL HIPOGLOSO.

En la **paresia unilateral**, al sacar la *lengua esta se desvía ligeramente* hacia el lado paralizado.

En las **lesiones bilaterales** *no hay desviación lingual*.

El enfermo tiene menos fuerza para sacar la lengua hacia fuera y para moverla en todos los sentidos.

https://es.educaplay.com/recursos-educativos/4680938-roscos_de_los_pares_craneales.html

BIBLIOGRAFIA

BÁSICA

- Neuroanatomía Clínica Snell Richard S. Wolters Kluwer Health
- Neuroanatomía clínica Snell Richard S. Médica Panamericana

COMPLEMENTARIA

- Rouviere, H & Delmas, A. (2005). Anatomía humana (11ª Ed.). España: MASSON, S.A.
- Gardner, E & O'Rahilly, M. (1986). Anatomía de Gardner (5ª Ed.). México: Interamericana-McGraw-Hill.
- Guyton, C.G. & HALL, J.E. (2001). Tratado de Fisiología Médica. (10ª Ed). México: Interamericana-Mcgraw-hill.
- Langman, S. (2004). Embriología médica (9ª Ed.). Buenos Aires: Médica Panamericana.
- Tortora, G & Grabowski, S. (2002). Principios de anatomía y fisiología (9ª Ed.). México: Mexicana.
- BIBLIOMEDEX
- MEDLINE