

Neurofisiología

Rafael Porcile

rafael.porcile@vaneduc.edu.ar

DEPARTAMENTO DE CARDIOLOGIA

CÁTEDRA DE FISIOLÓGIA

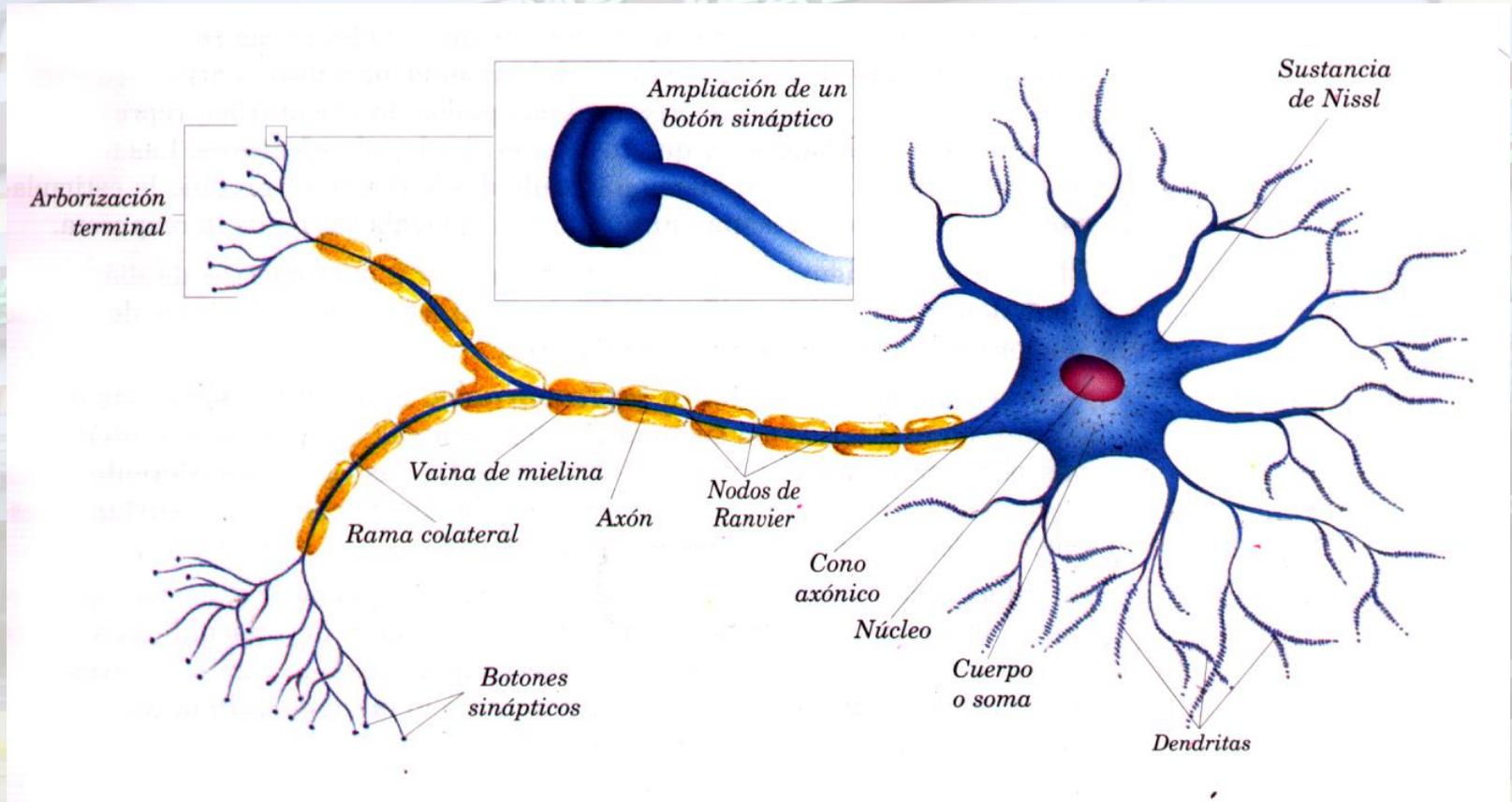
Universidad Abierta Interamericana

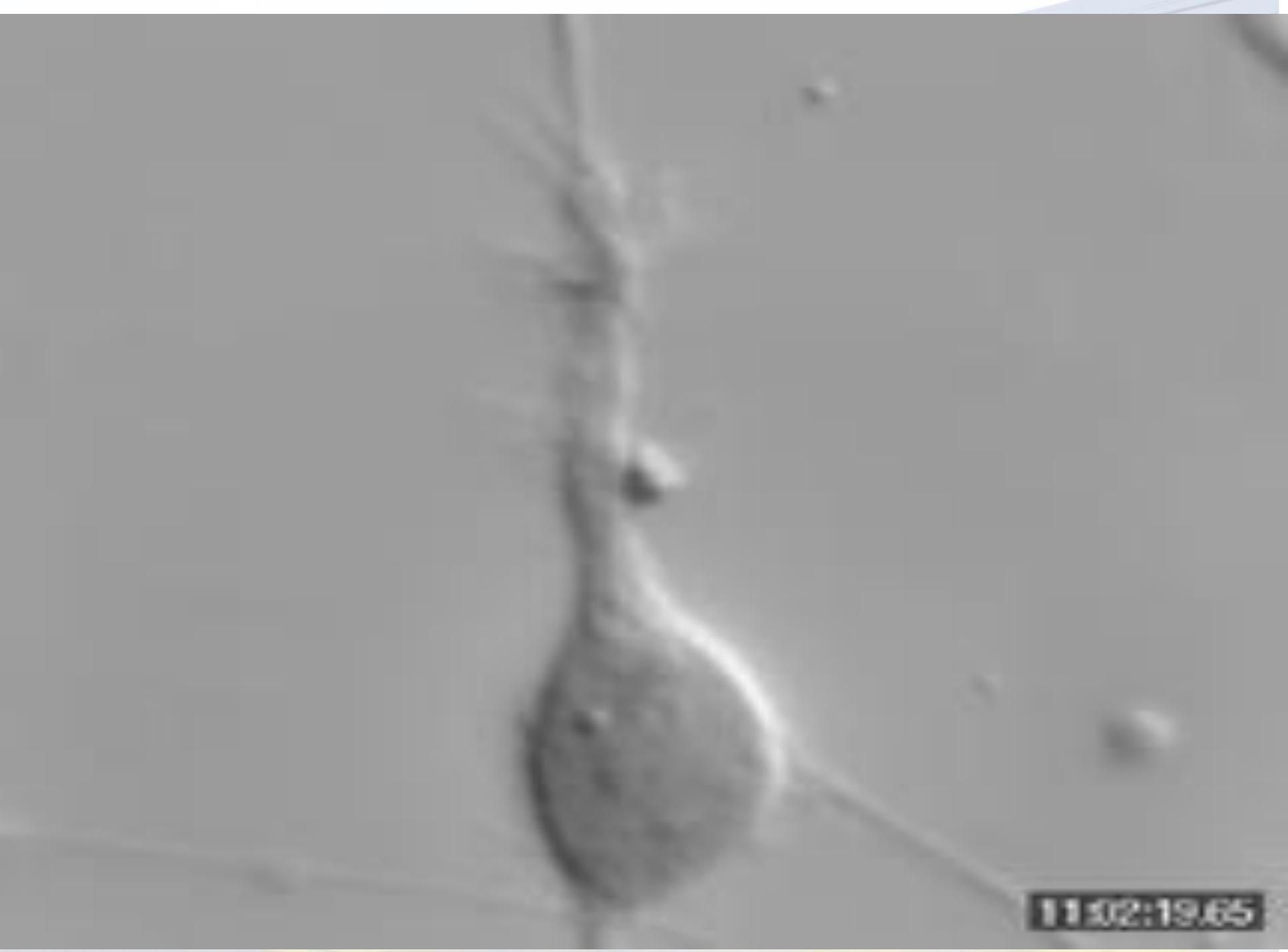
LA NEURONA





Partes de una Neurona



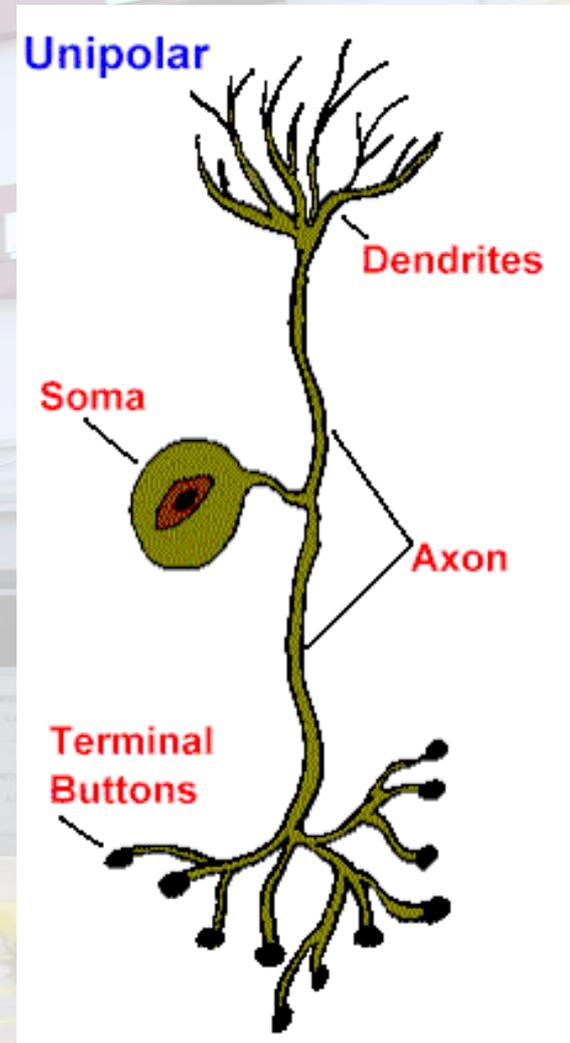


11:02:19.65

Las neuronas pueden tener una forma muy variada dependiendo de cómo se organicen sus prolongaciones. En general podemos decir que hay tres tipos de neuronas atendiendo a su morfología:

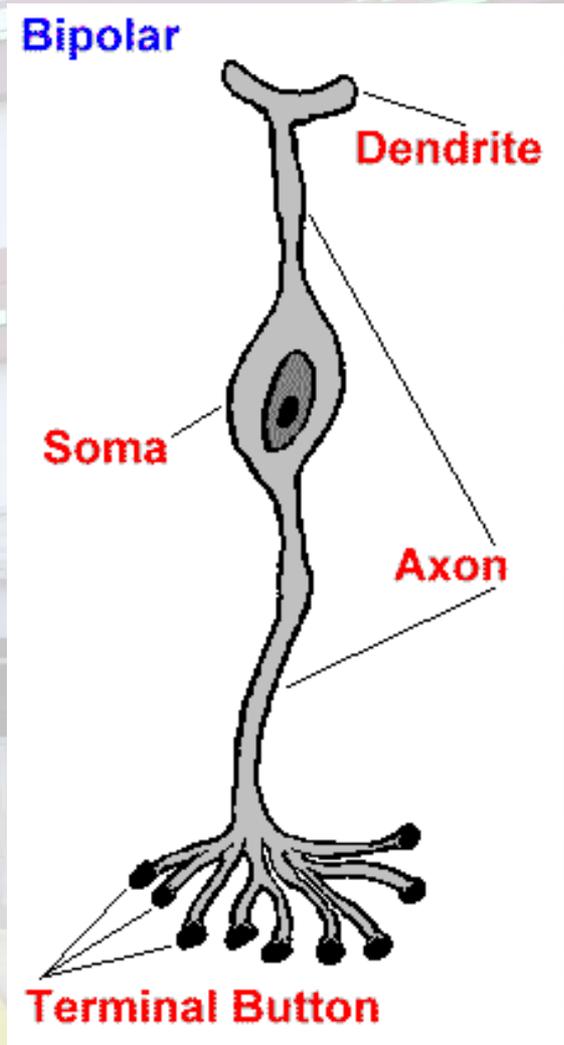
Neurona unipolar

en las que de una sola prolongación celular salen el axón y las dendritas (células de la raíz dorsal)



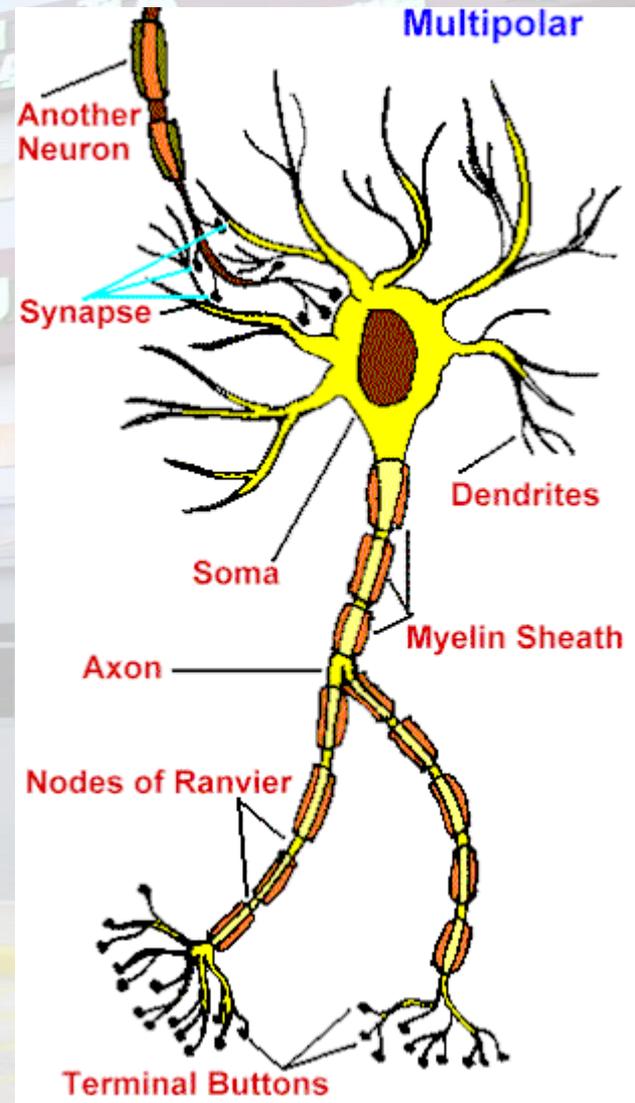
Neuronas bipolares

tienen dos prolongaciones principales saliendo de su soma (células bipolares de la retina)



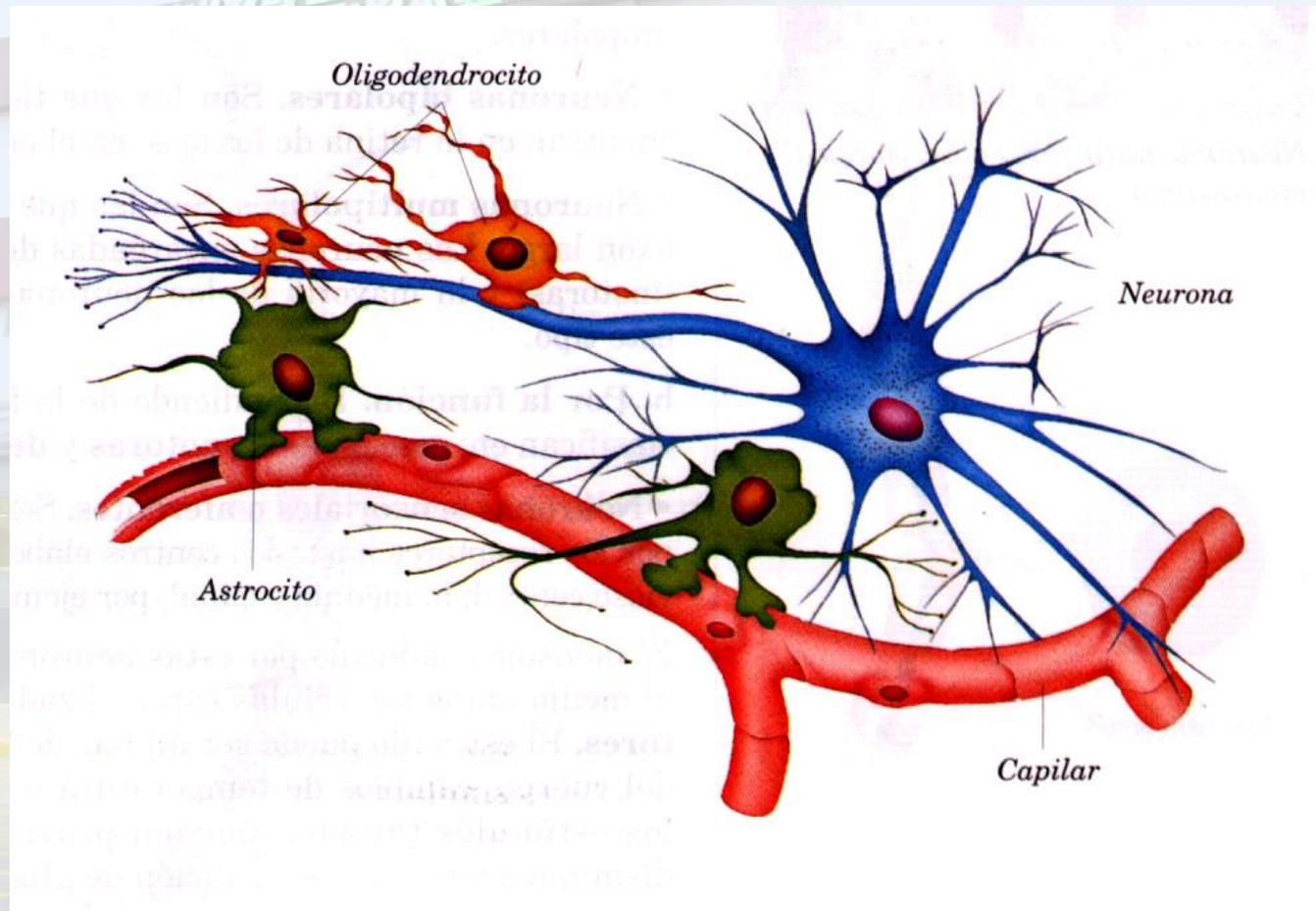
Neuronas multipolares

morfológicamente son muy variadas y se caracterizan por tener múltiples prolongaciones saliendo de su cuerpo celular (células de la médula espinal, piramidales de la corteza o células de Purkinje del cerebelo)



Las Neuroglías

Son células que dan soporte y protección a las neuronas



Tipos de neuroglías

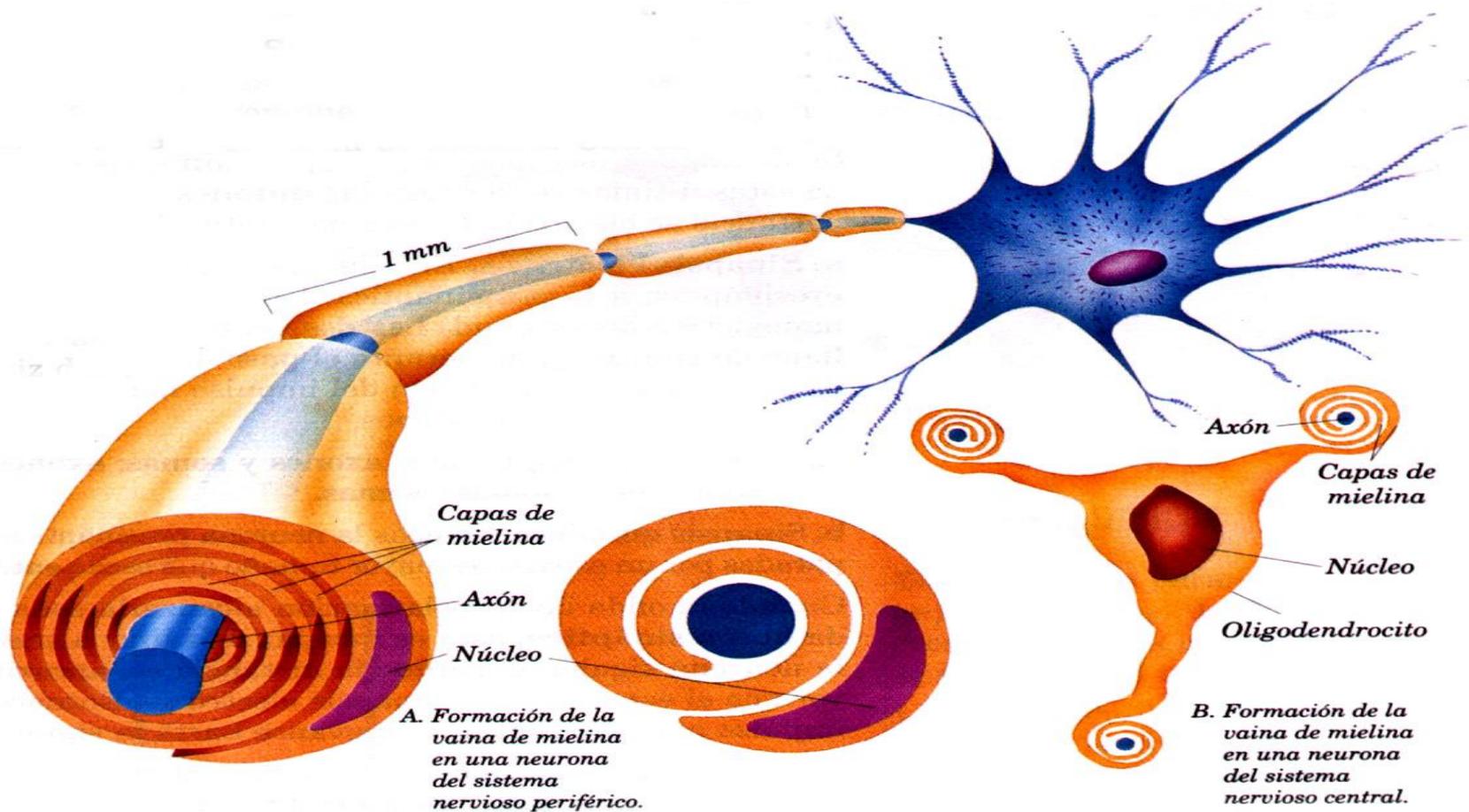
* Astroцитos: Se ubican junto a ciertos capilares del cerebro y forman la **barrera hematoencefálica**.

* Microglías: Actúan frente a la inflamación y daños del tejido nervioso.

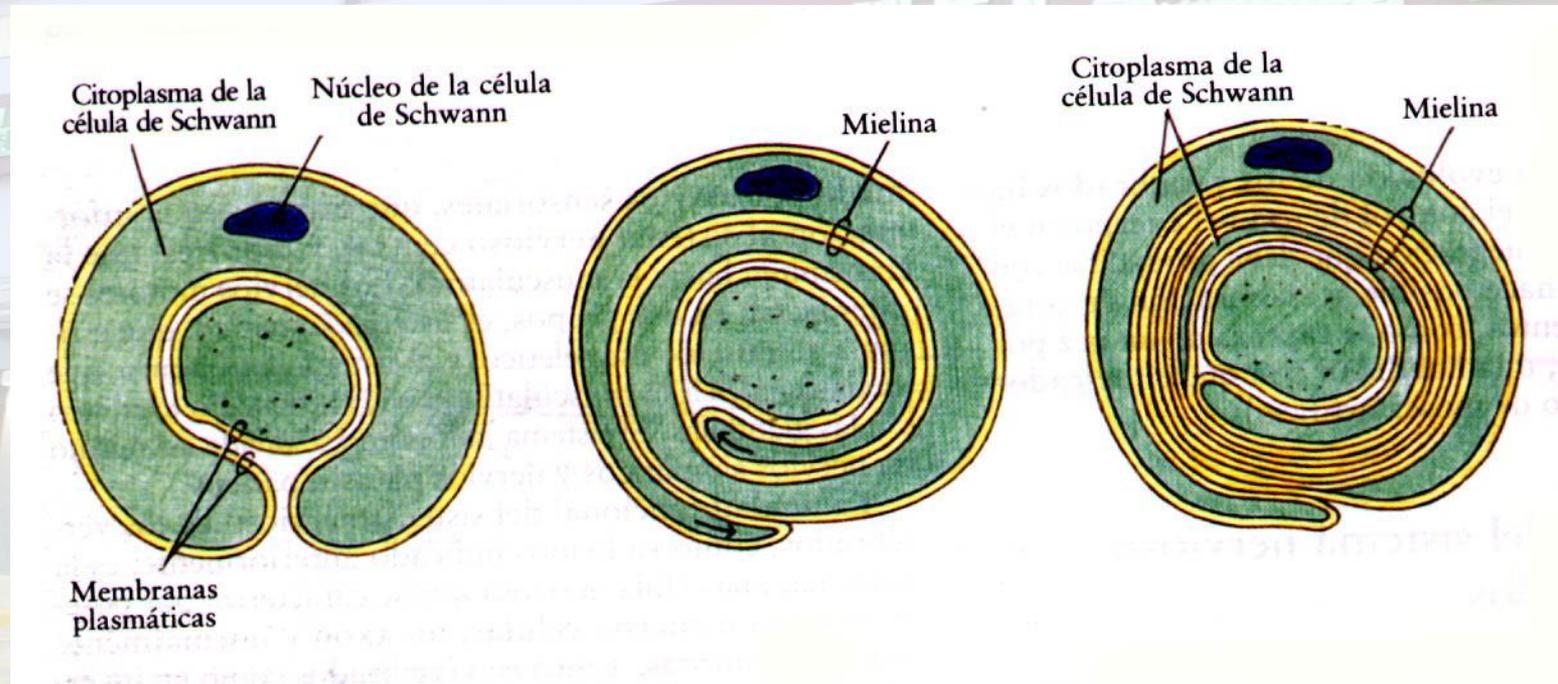
* Oligodendrocitos: Forman la **Vaina de Mielina** en el sistema nervioso central.

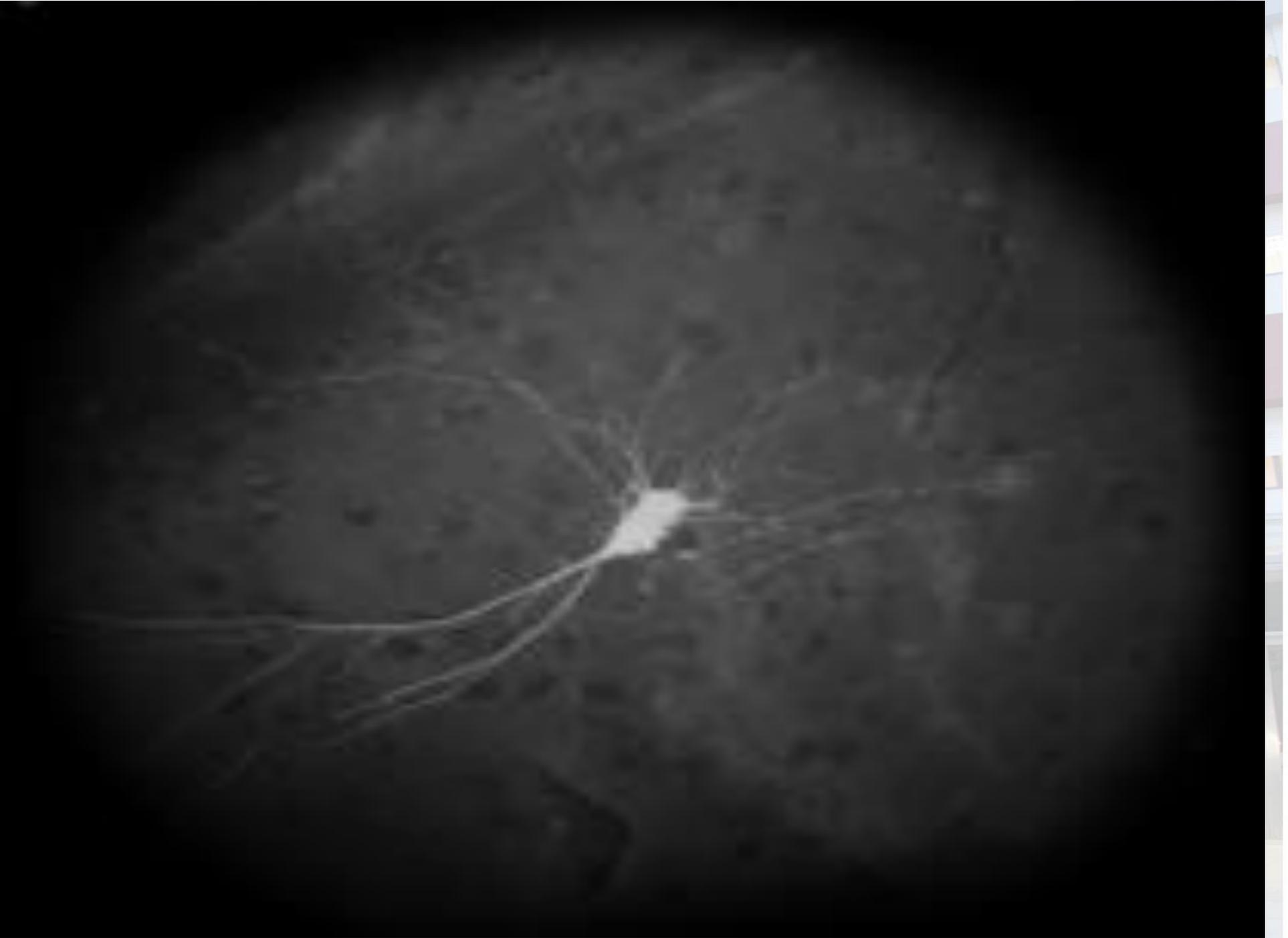
* Células de Schwann: Forman la **Vaina de Mielina** En el sistema nervioso periférico.

Proceso de Mielinización

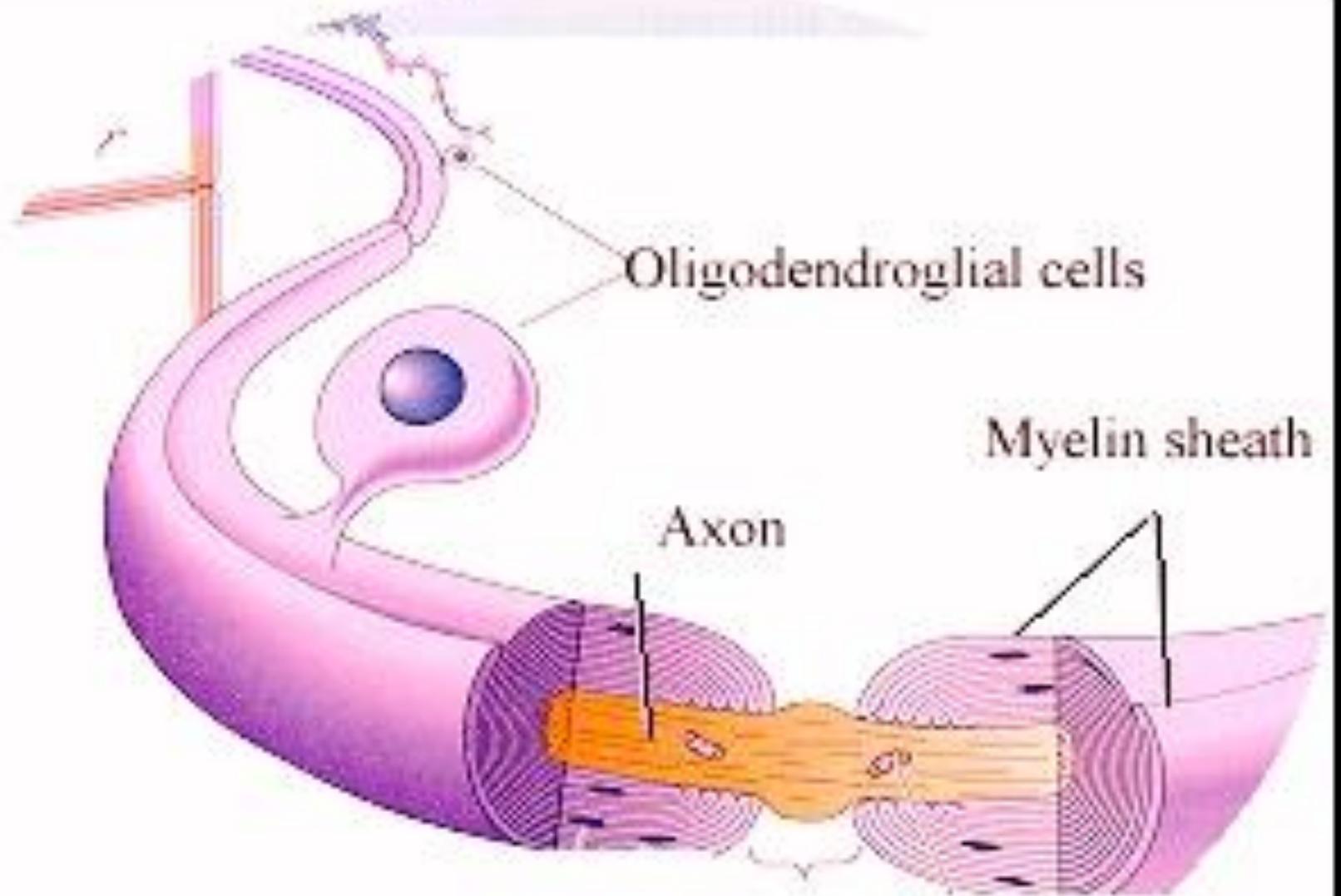


Proceso de Mielinización





En el SNC los axones están rodeados por la mielina de los oligodendrocitos (fibras nerviosas mielínicas del SNC), mientras que en el SNP pueden estar rodeados, ya sea, por prolongaciones citoplasmáticas de las células de Schwann (fibras amielínicas) o por la mielina las células se Schwann (fibras nerviosas mielínicas del SNP)



Oligodendroglial cells

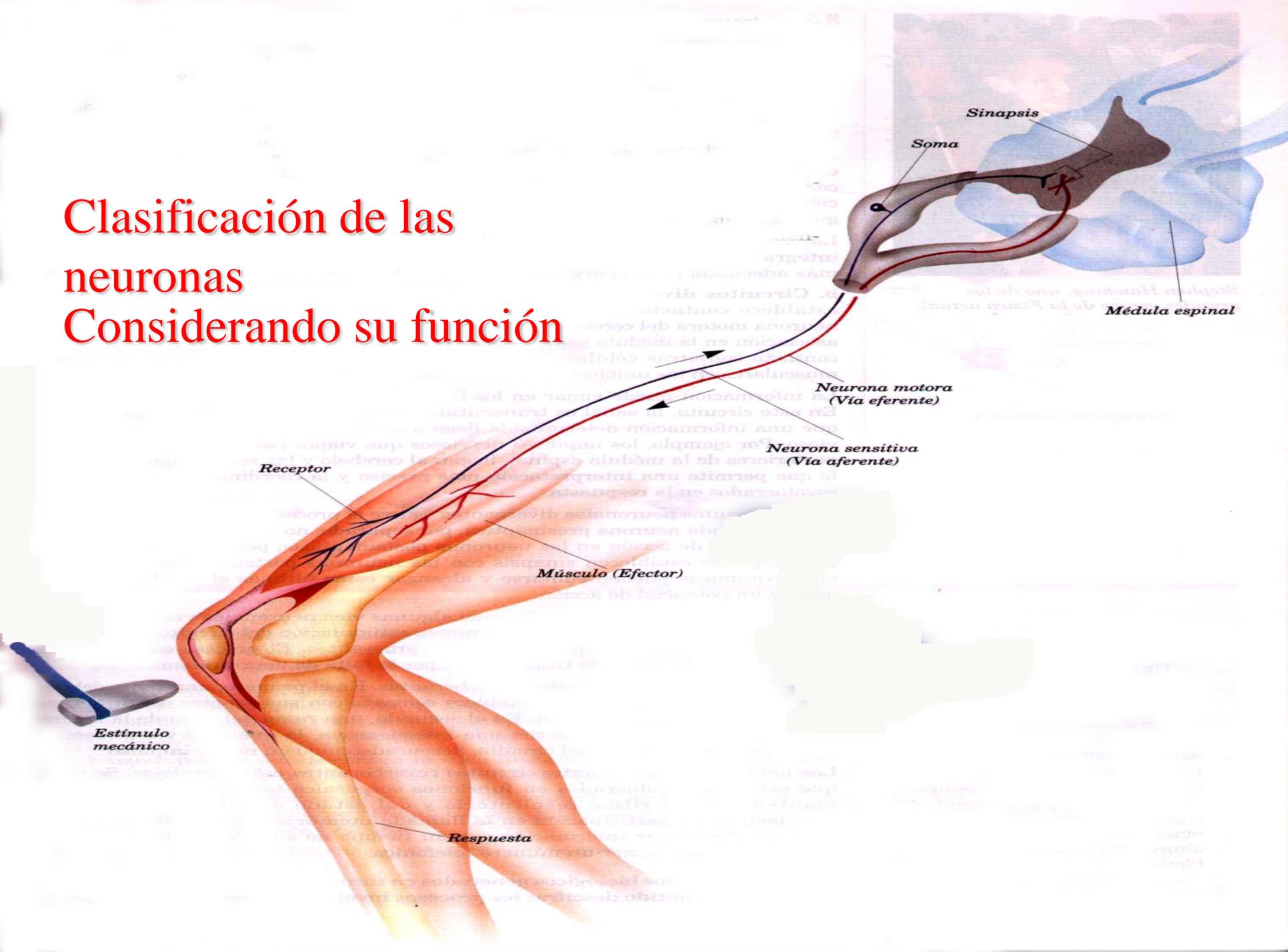
Myelin sheath

Axon

Node of Ranvier

Clasificación de las neuronas

Considerando su función



Clasificación funcional

- Neuronas sensitivas que serían los receptores especializados en captar las diferentes modalidades sensoriales que generalmente son unipolares
- Neuronas motoras que serían las que inervarían directamente el tejido muscular y que generalmente también son multipolares y,
- Neuronas de asociación que se encargarían de conectar otras neuronas entre sí haciendo de intermediarias. Generalmente son neuronas multipolares
- El contacto de una neurona sensitiva con una neurona motora con intervención o no de una interneurona formarían **un arco reflejo**

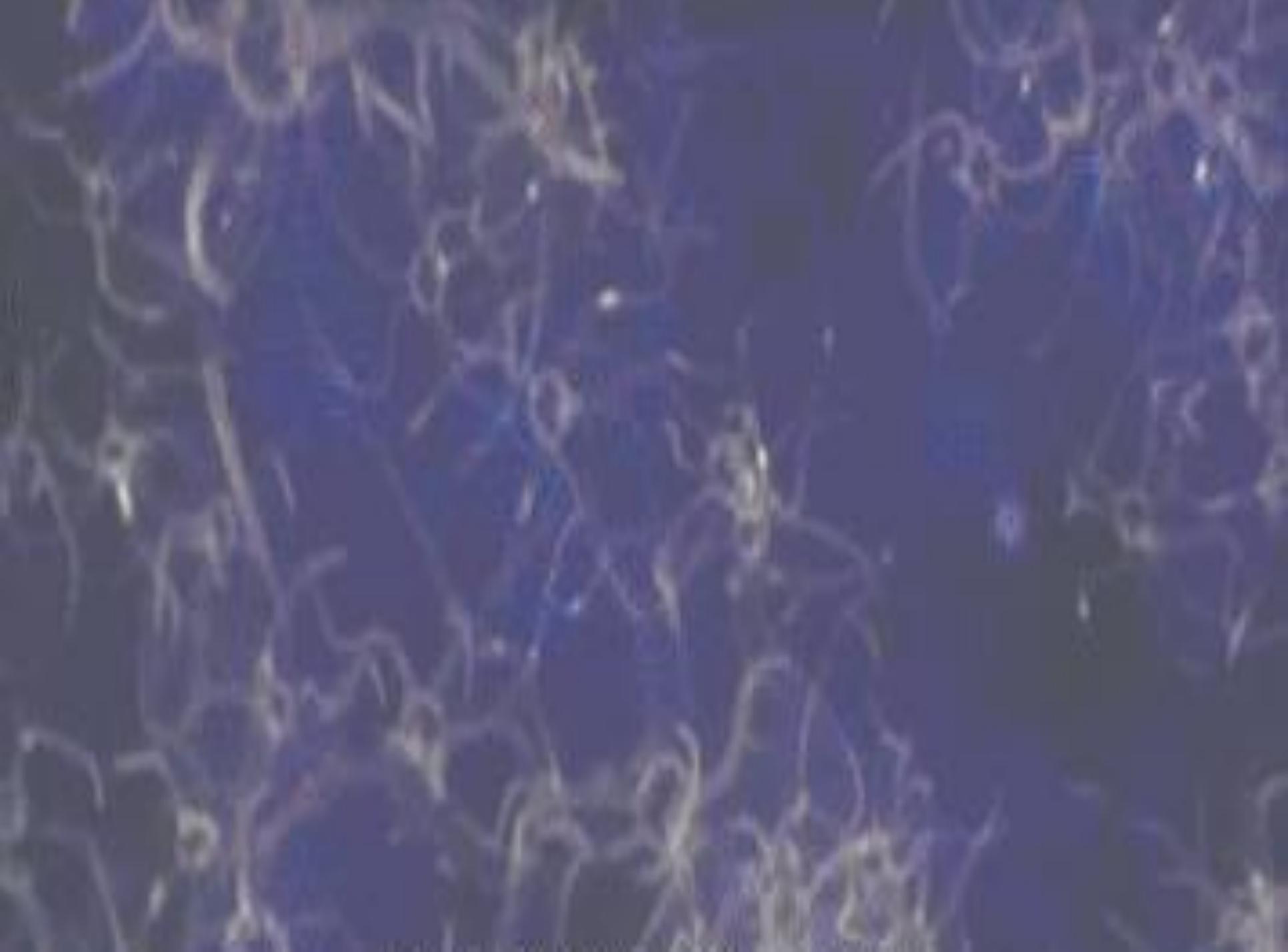
The image shows the exterior of a modern, multi-story building with a light-colored facade and a prominent red horizontal band. The building features large windows and a glass entrance area. Signage in green and white is visible on the facade, including the words 'UNIVERSIDAD AMERICANA' and 'ESCUELA'. A logo consisting of a stylized green and white fan-like shape is also present. The foreground shows a paved area with yellow painted lines.

- **GENERACION DEL IMPULSO NEURONAL**

CLASIFICACIÓN GENERAL DE LAS FIBRAS NERVIOSAS (MOTORAS COMO SENSITIVAS)

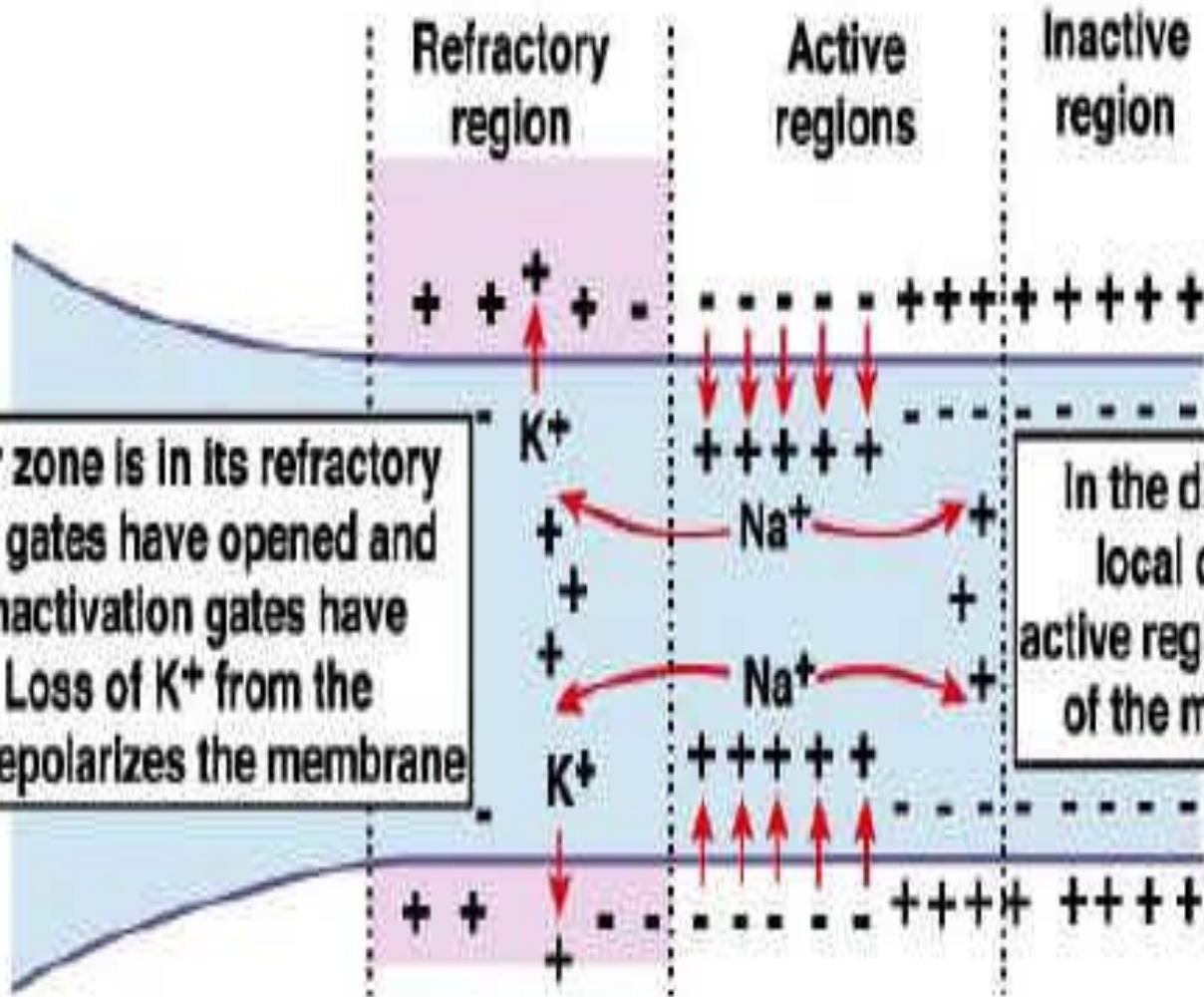
TIPO	PRESENCIA O NO DE MIELINA	GROSOR	VELOCIDAD	DONDE ESTÁN?
Tipo A ($\alpha\beta\gamma\delta$)	Mielínica	2-20 μ	15-120 m/seg	Fibras sensitivas y motoras de los nervios somáticos
Tipo B	Mielínica	1-3 μ	3-15 m/seg	Autonómicas preganglionares de SNA
Tipo C	Amielínica	<1 μ	<2 m/seg	Autonómicas post-ganglionares y fibras sensitivas (50%)

IMPORTANCIA: *La información sensorial que requiera transmisión rápida al SNC viajará por fibras de conducción rápida*



Las neuronas están eléctricamente polarizadas, ya que presentan una diferencia de cargas a un lado y otro de la membrana plasmática. Esta diferencia de cargas, denominada potencial de reposo, está determinada por mayor concentración de iones positivos (Na^+ y Ca^{+2}) en el medio extracelular y mayor concentración de proteínas cargadas negativamente e iones potasio (K^+) en el medio intracelular

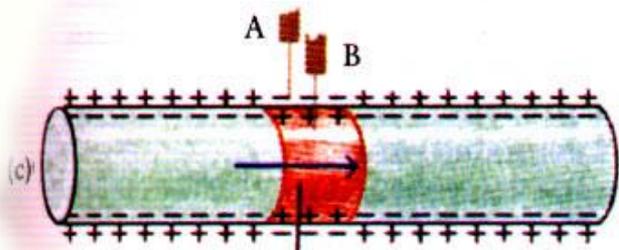
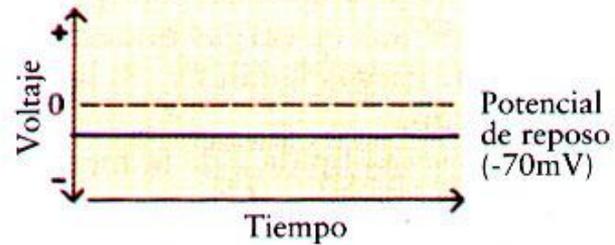
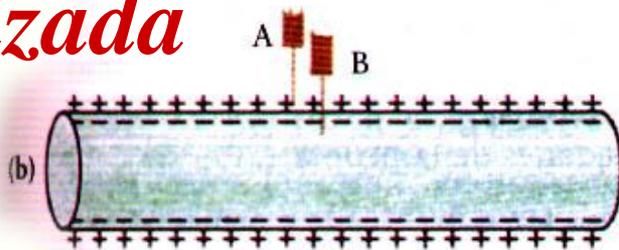
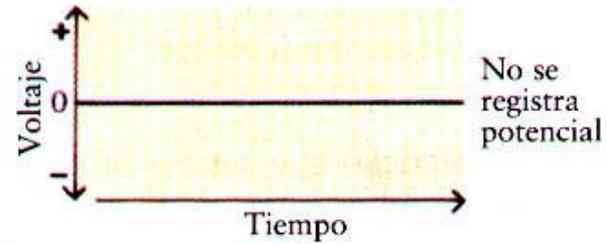
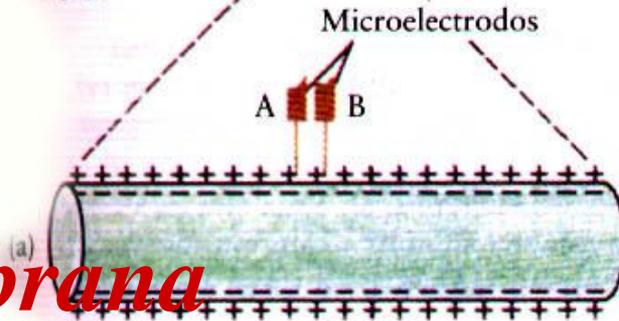
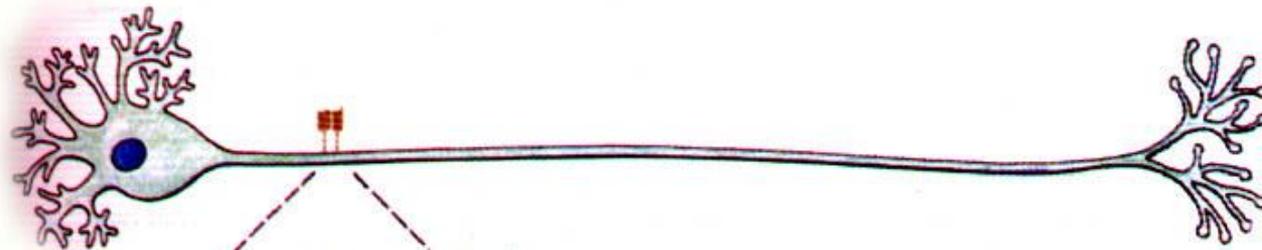
El potencial de acción: Es un fenómeno electroquímico producido por cambios en la concentración de **iones Sodio y Potasio**, entre el medio extra e intracelular.



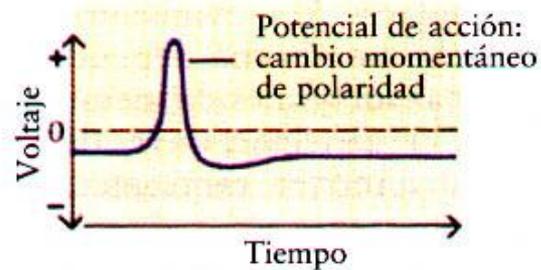
The trigger zone is in its refractory period. K^+ gates have opened and the Na^+ inactivation gates have closed. Loss of K^+ from the cytoplasm repolarizes the membrane

In the distal parts of the axon, local current flow from the active region causes new sections of the membrane to depolarize

Membrana polarizada

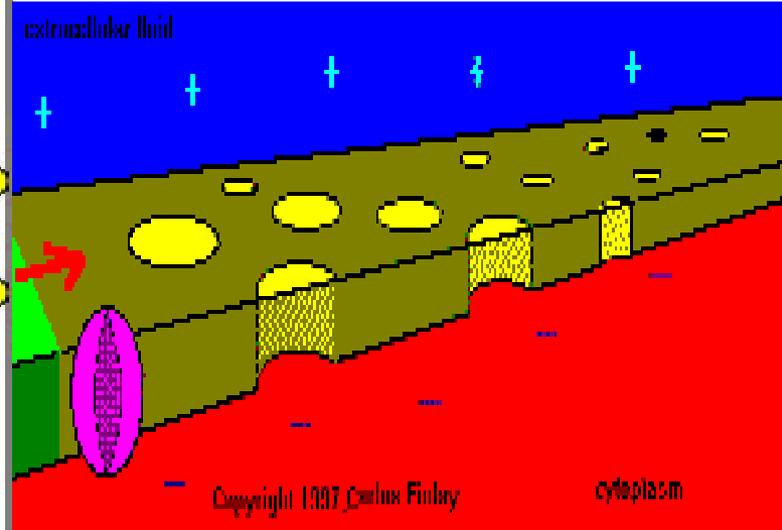
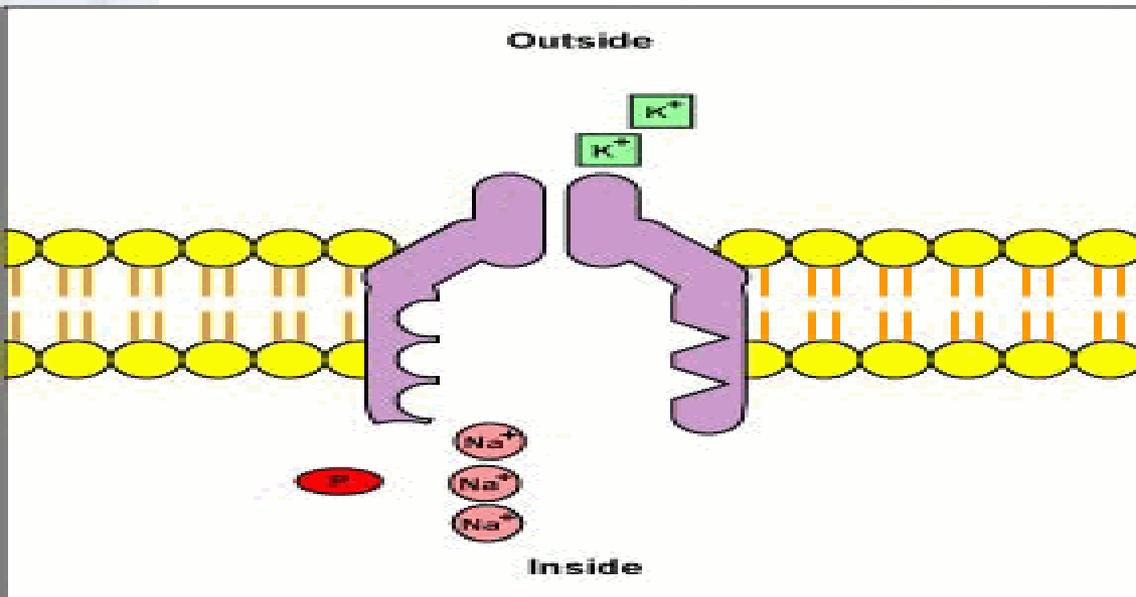
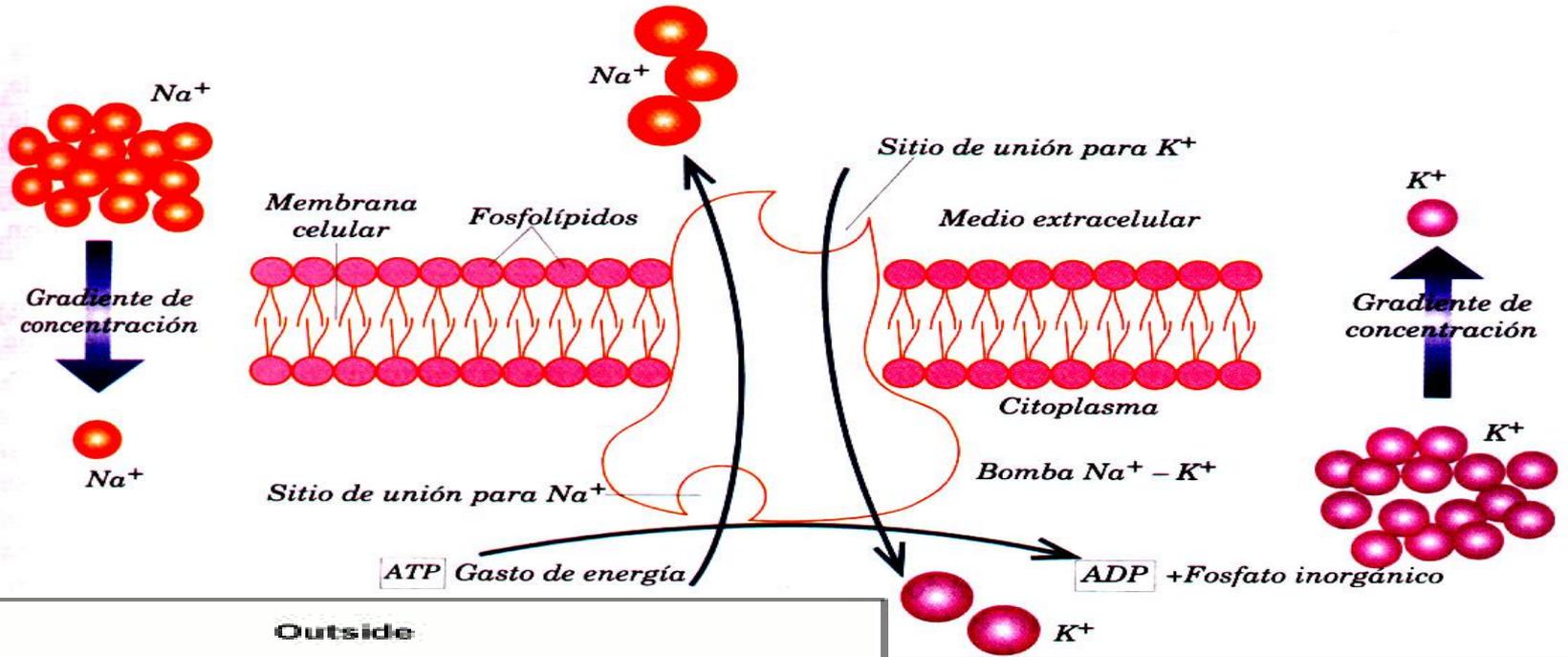


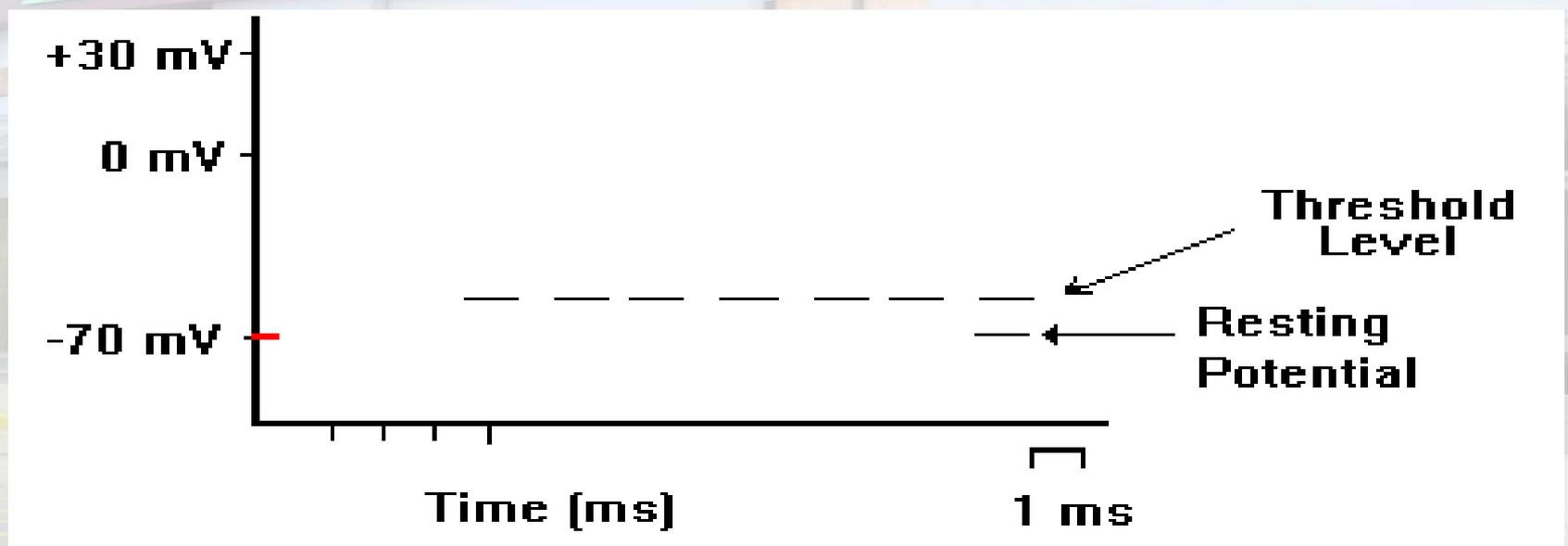
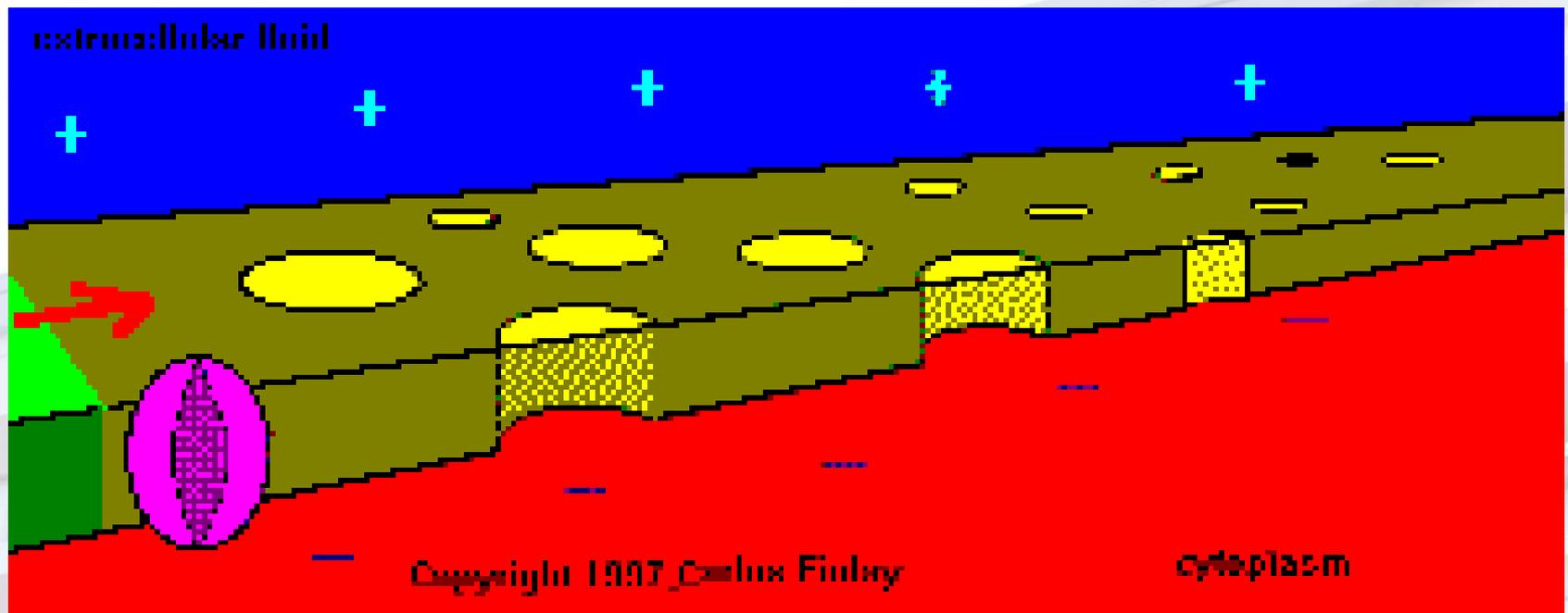
Potencial de acción:
inversión momentánea
de la polaridad

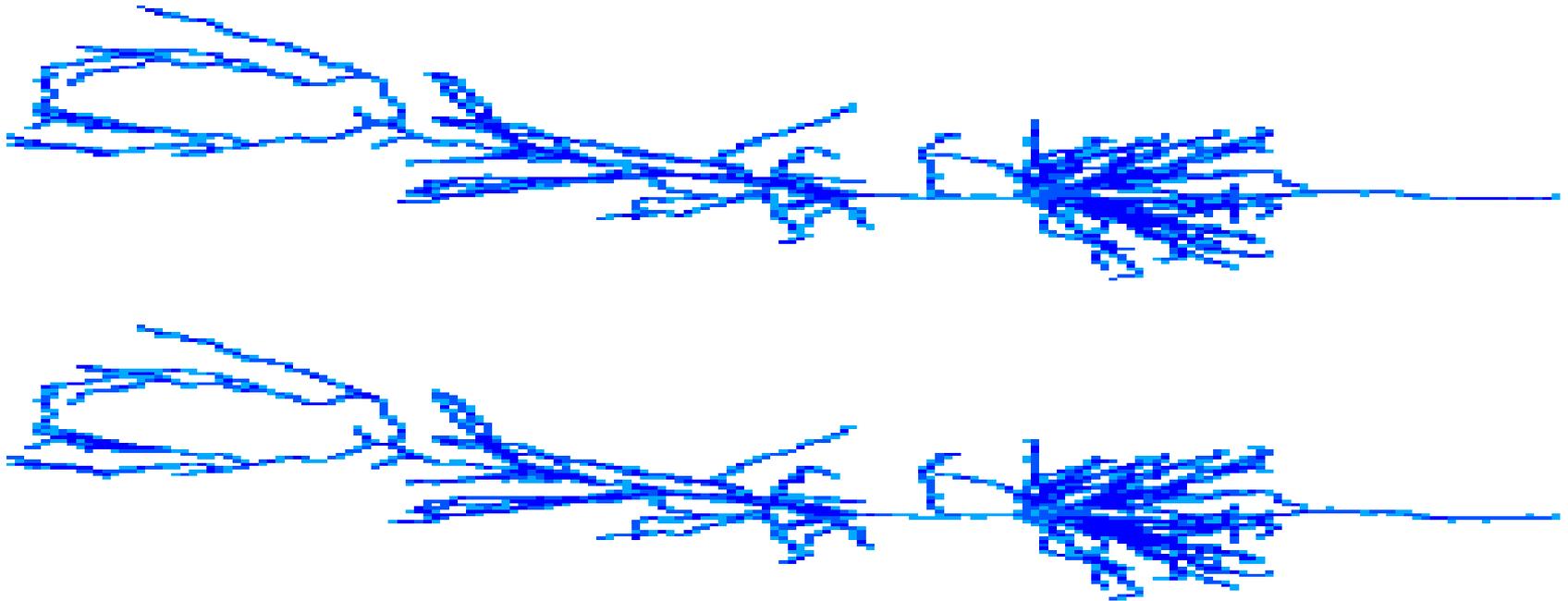


- Cambios de la permeabilidad de la membrana, provocados por **estímulos umbrales**, generan un potencial de acción de acuerdo a la **Ley del todo o nada**.
- **Despolarización y repolarización:** *se abren los canales iónicos*
- *Ingresa los iones sodio*
- *Cambio del valor de potencial de reposo: -70mV a $+35\text{mV}$*
- *Se produce la onda de despolarización.*
- *Se cierran los canales para el sodio y se abren los del potasio*
- **Repolarización:** *Actúa la Bomba de sodio y Potasio*

Bomba de Sodio y Potasio







extracellular

+++++

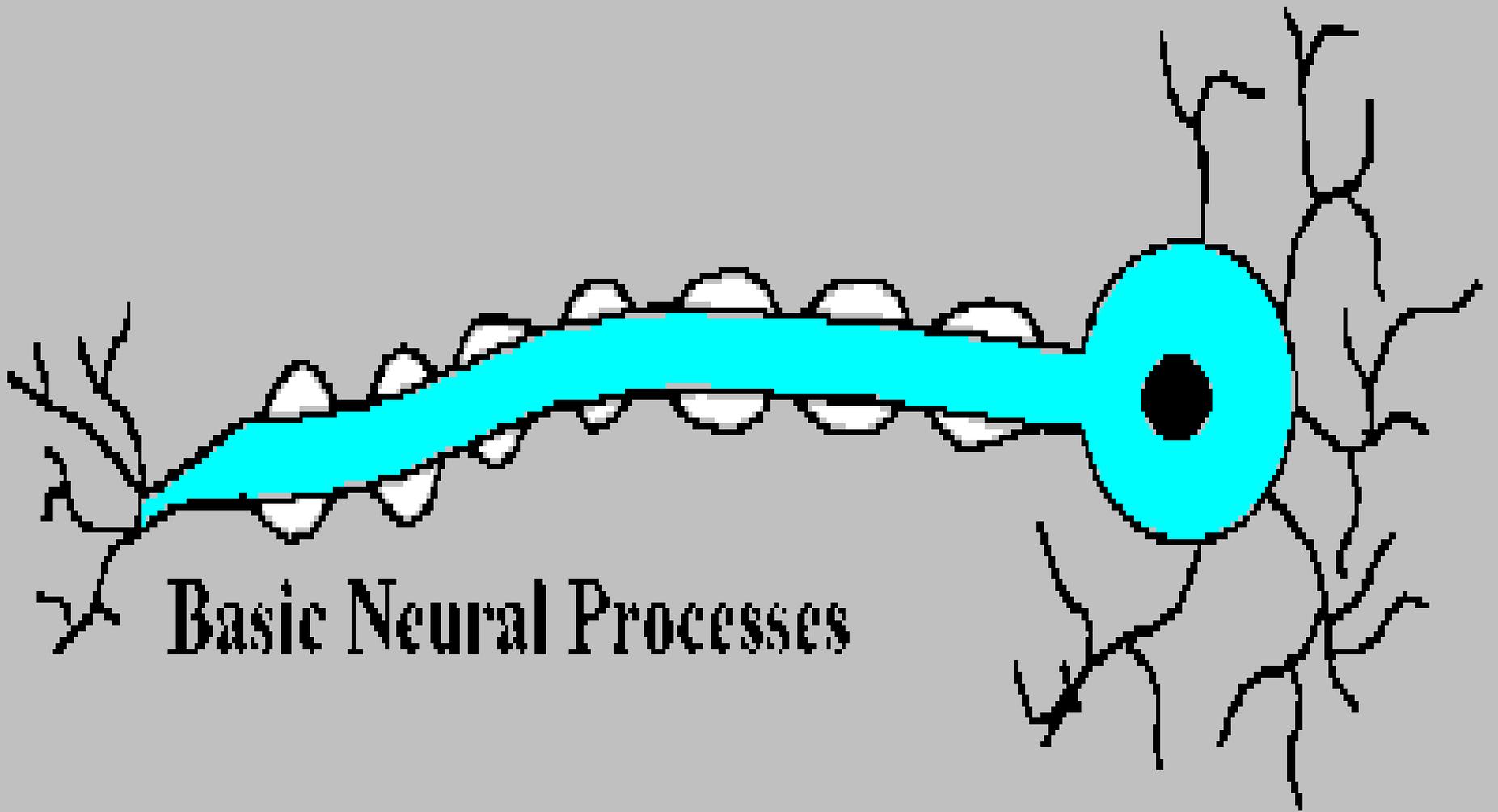
AXON



intracellular

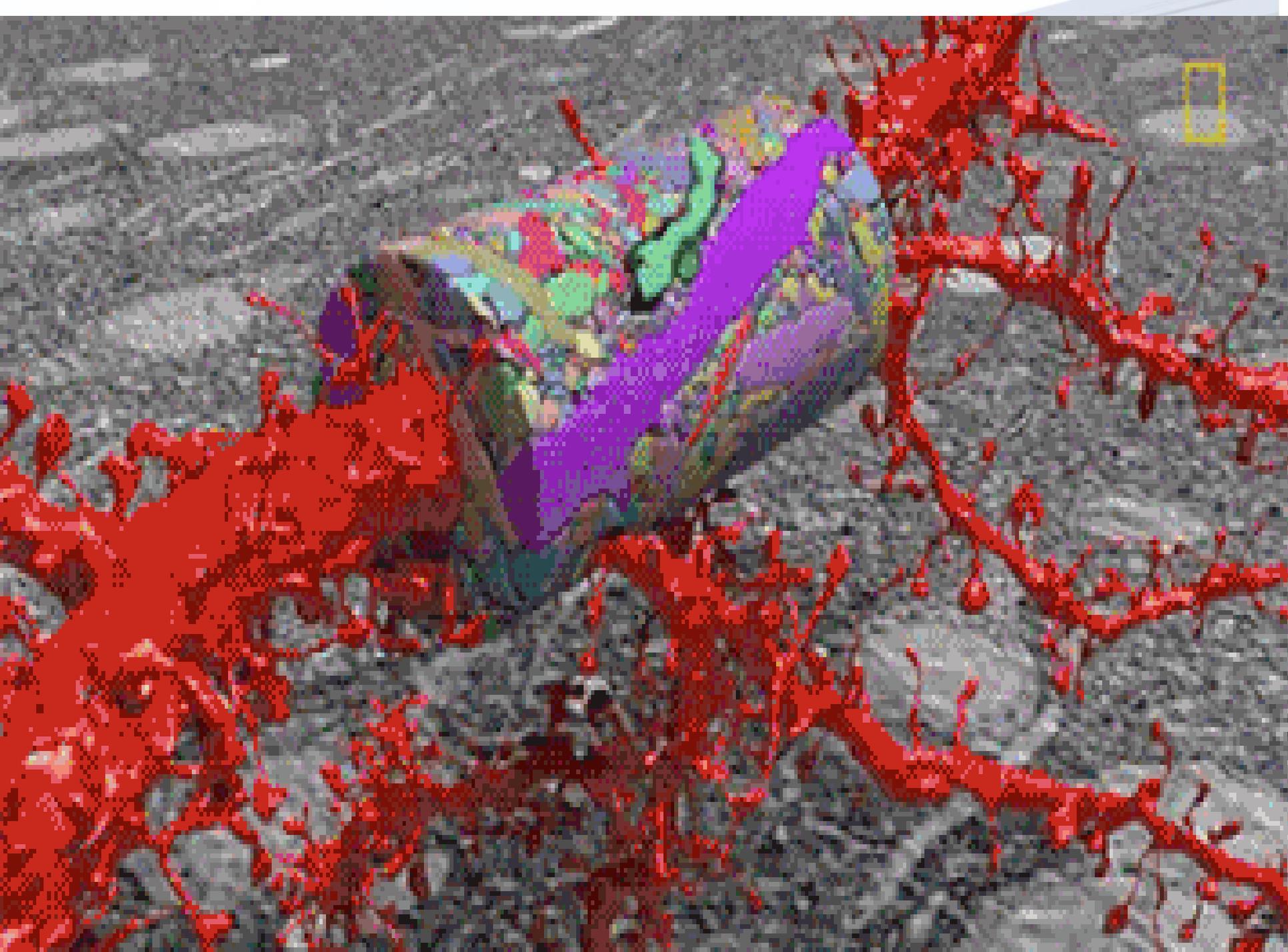
+++++

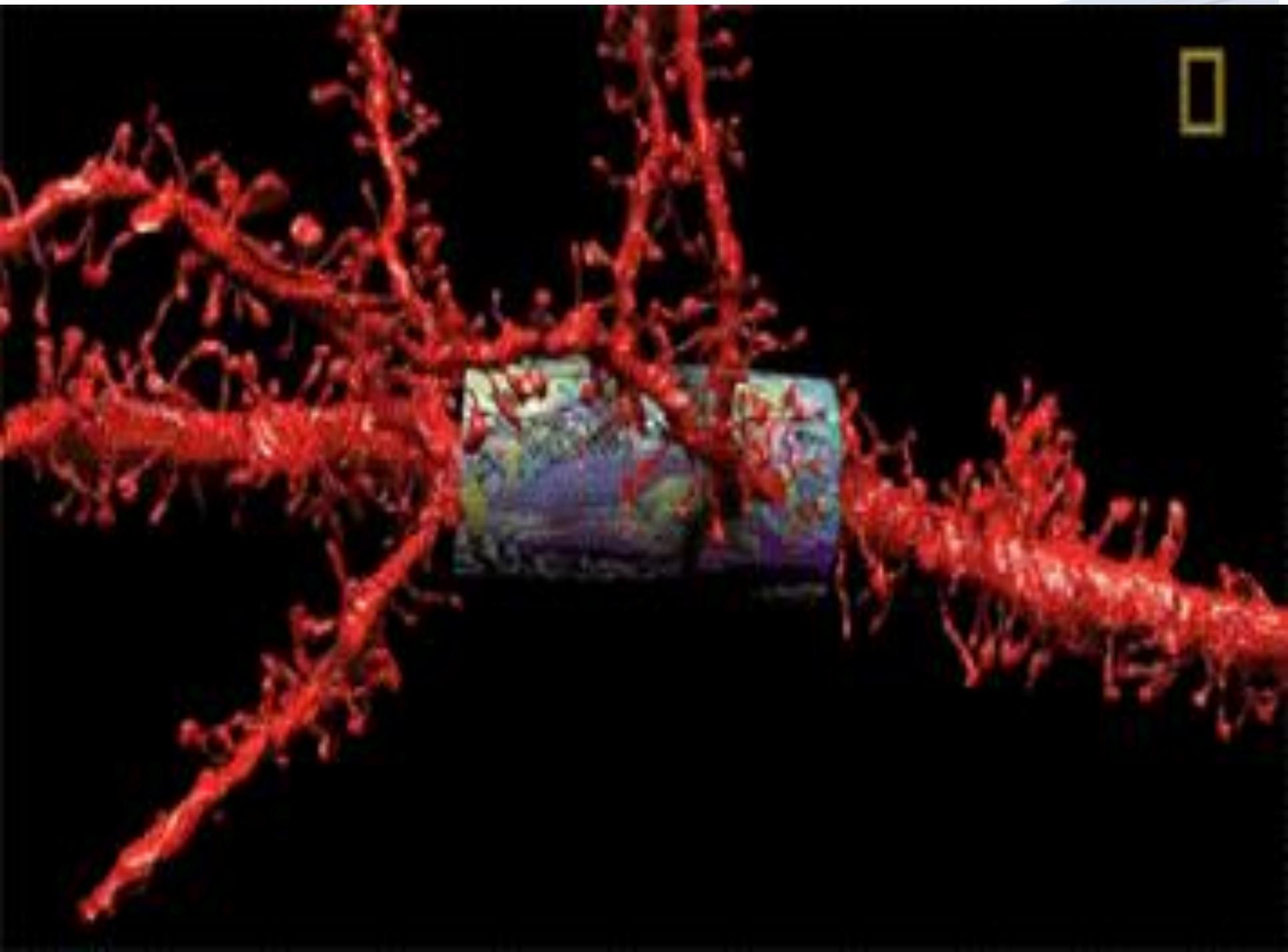
extracellular



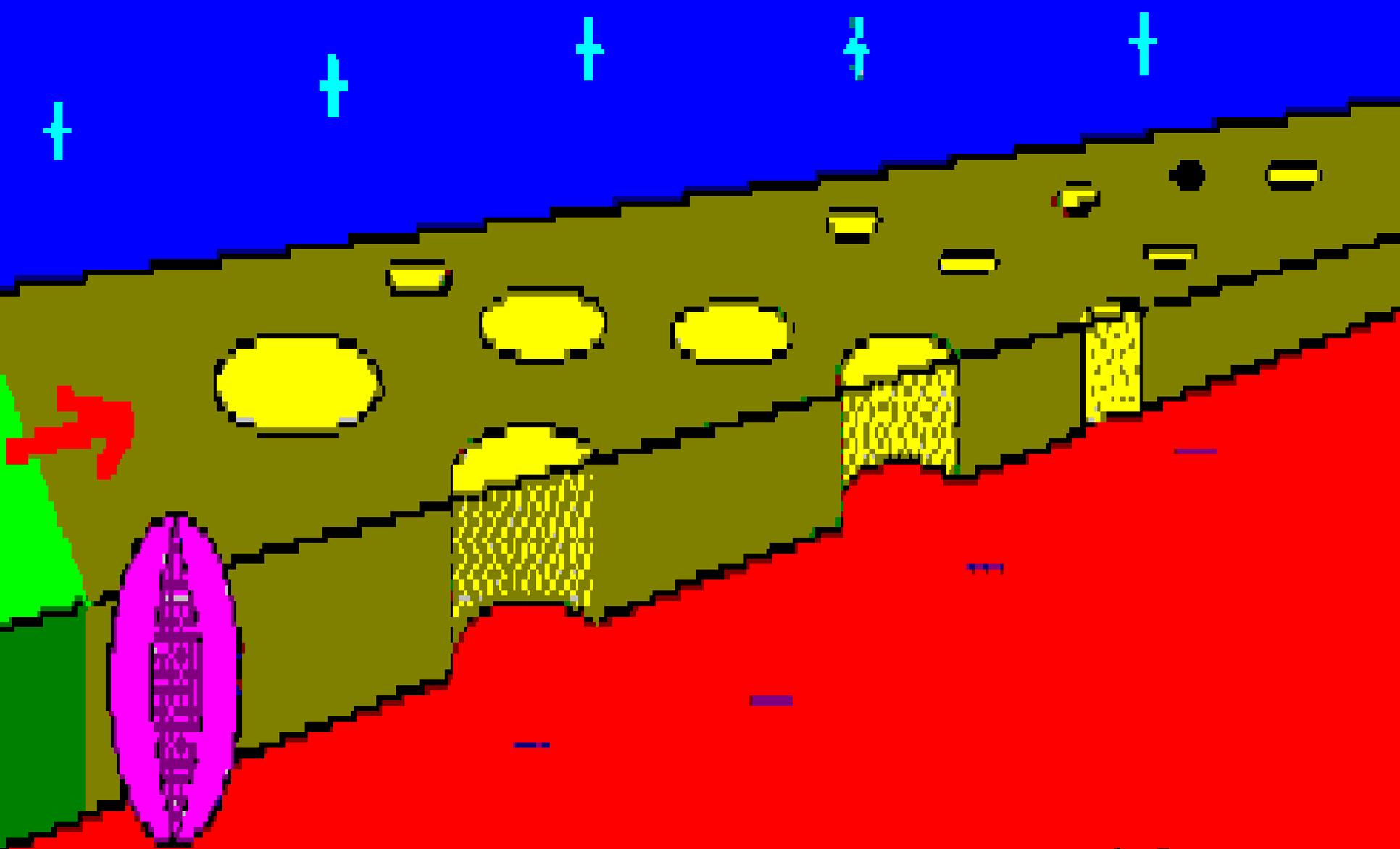
Basic Neural Processes







extracellular fluid



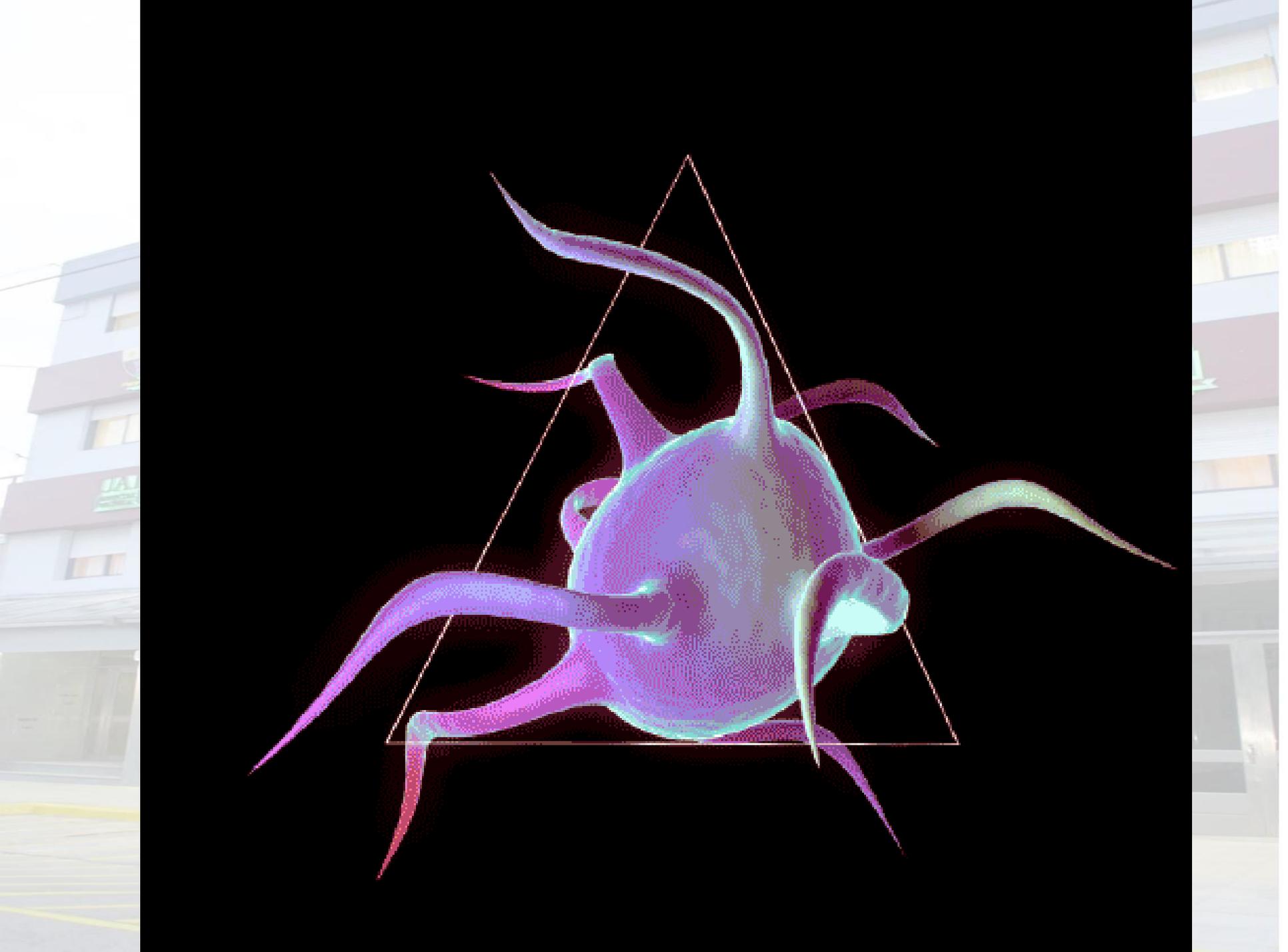
Copyright 1997 Galois Faculty

cytoplasm

The background image shows a multi-story building with a light blue facade and a prominent red horizontal band. On this band, the text 'UNIVERSIDAD ABIERTA VENEZOLANA' is written in green, stylized letters across the upper level, and 'HOSPITAL ESCUELA VENEZOLANA' is written across the lower level. There are logos on either side of the text, including a crest on the left and a stylized book icon on the right. The building has several windows with white frames. In the foreground, there is a paved area with yellow painted lines, possibly a parking lot or entrance area, and a grey pillar. The overall scene is brightly lit, suggesting daytime.

Sinapsis

Conocer y comprender como el sistema nervioso transmite su información por un organismo



Sinapsis: zona especializada de contacto entre las neuronas donde tiene lugar la transmisión de la información.

→ zona de contacto especializada entre una célula **presináptica** y una célula **postsináptica** (nerviosa, muscular o glandular), siendo el flujo de información de la 1ª a la 2ª.

→ **Tipos:**

- **Eléctricas:** poco frecuentes en mamíferos
- **Químicas:** la inmensa mayoría



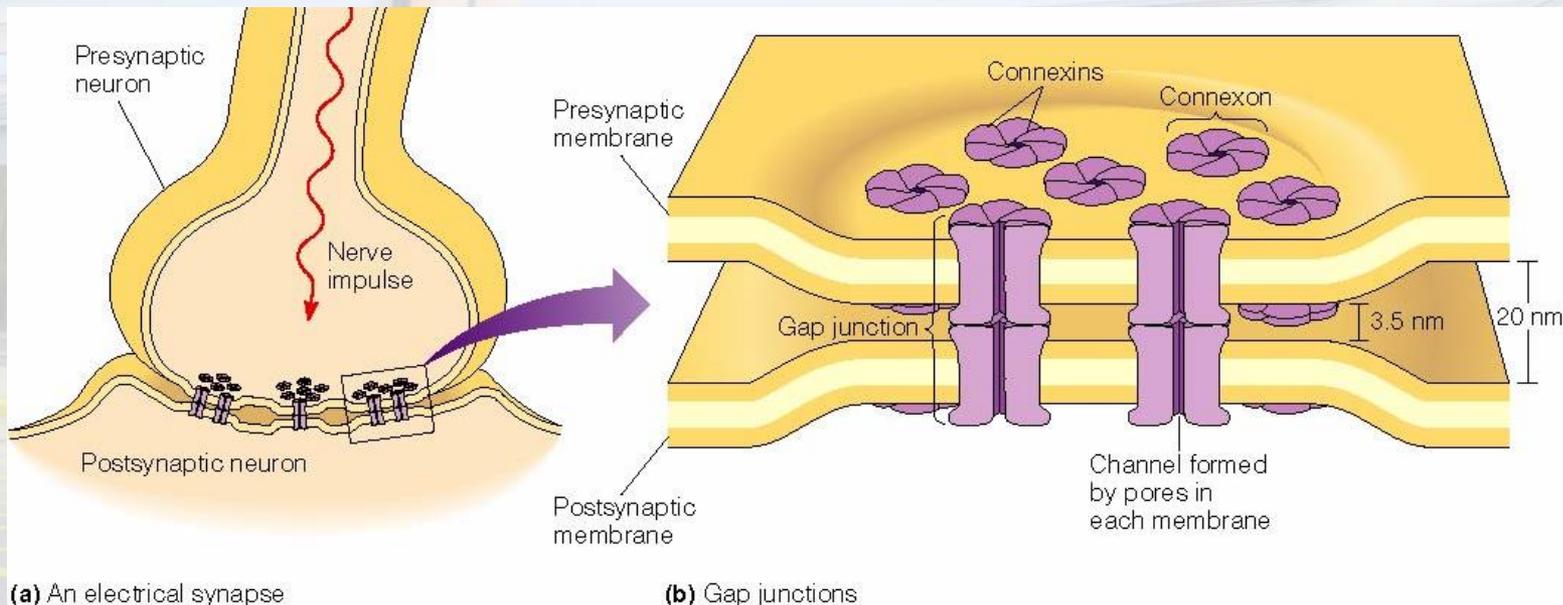


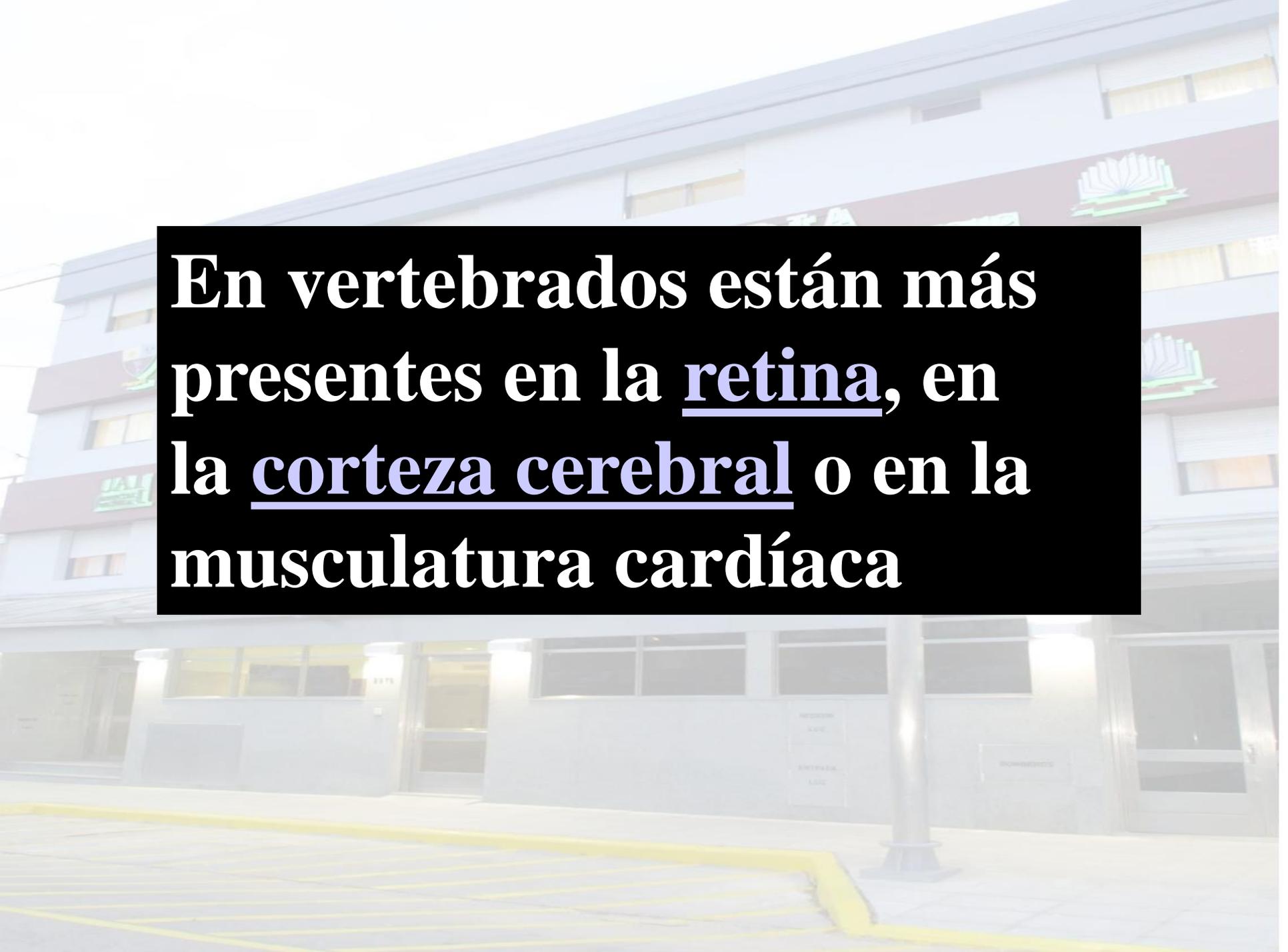
Sinapsis eléctricas



Sinapsis eléctricas

- El potencial de acción se transmite a la neurona postsináptica por el flujo directo de corriente: continuidad entre citoplasmas.
- La distancia entre membranas es de unos 3 nm.
- El flujo de corriente pasa a través de uniones comunicantes (gap junctions formadas por conexinas. Es bidireccional.
- El hexámero de conexinas forma el conexón.
- **Función:** desencadenar respuestas muy rápidas.

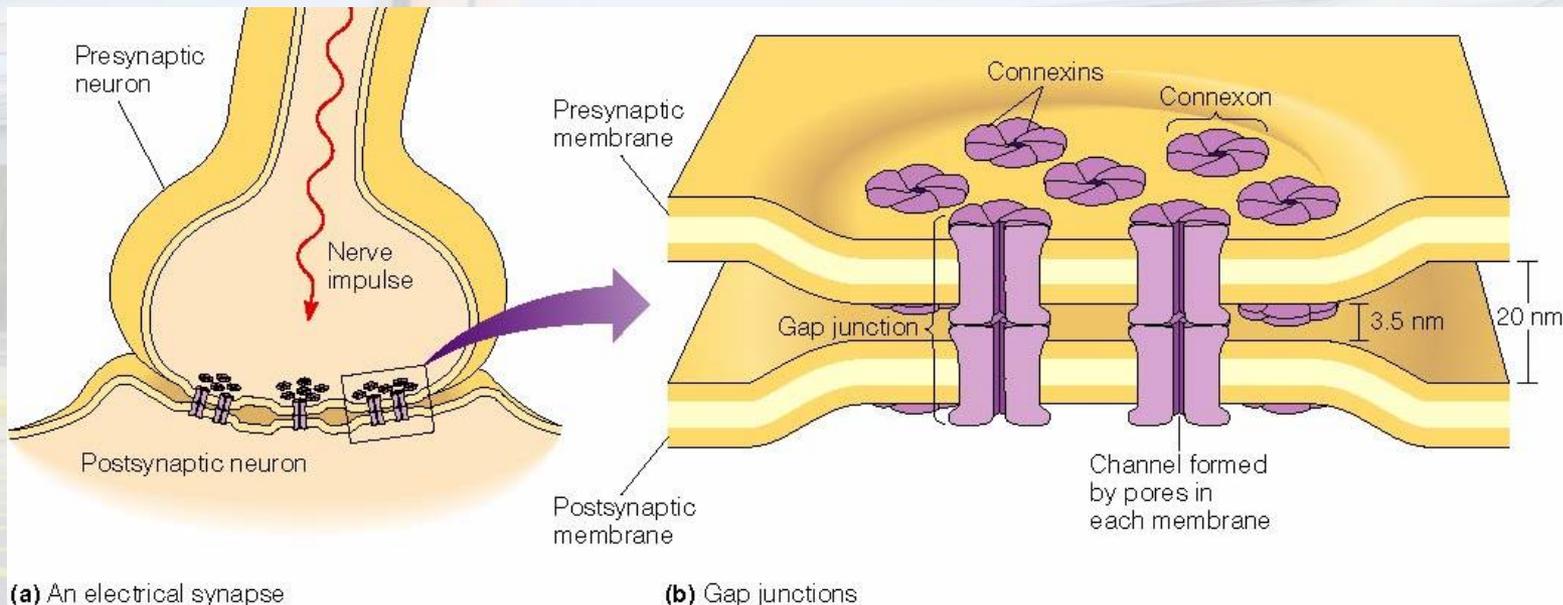




En vertebrados están más presentes en la retina, en la corteza cerebral o en la musculatura cardíaca

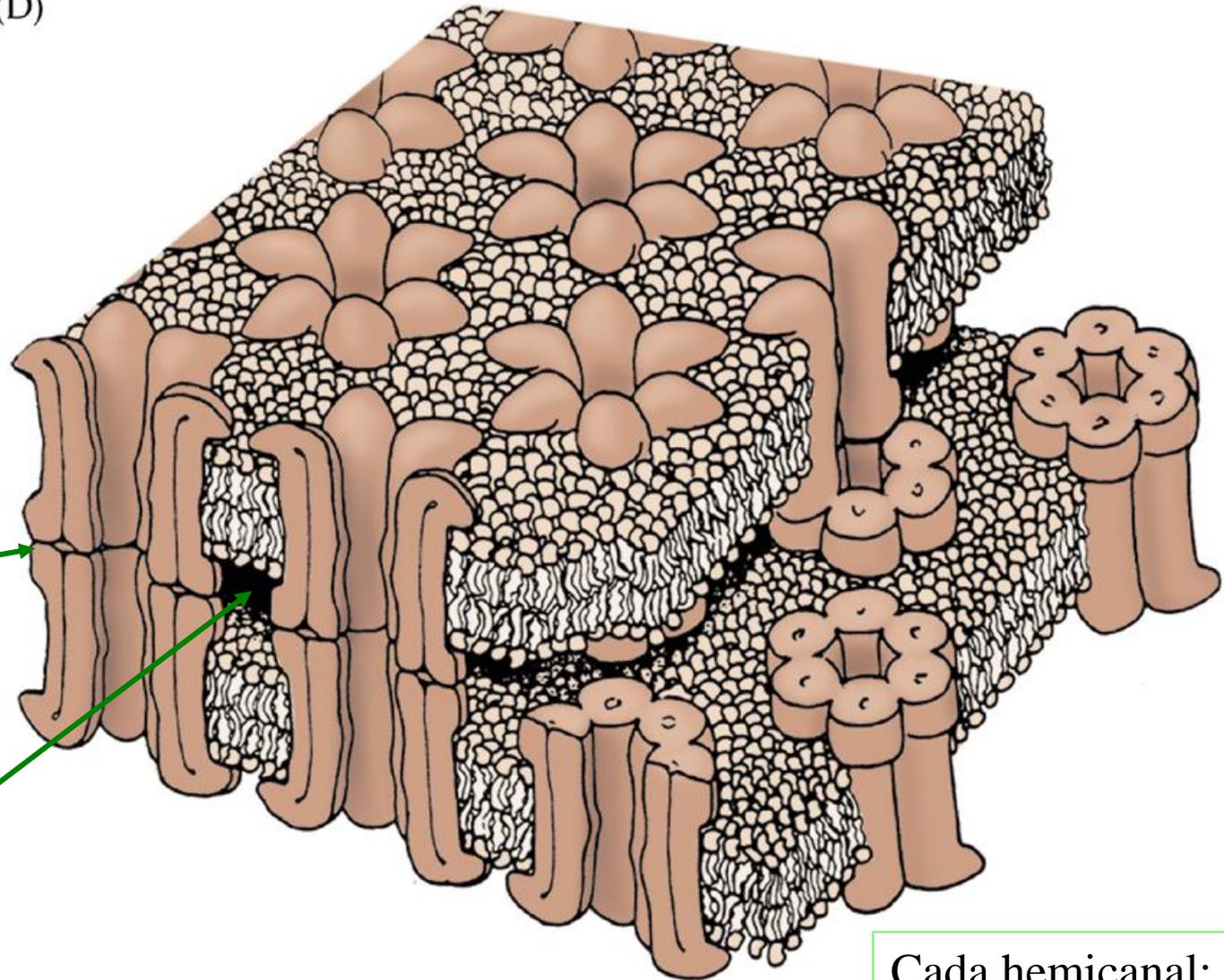
Sinapsis eléctricas

- El potencial de acción se transmite a la neurona postsináptica por el flujo directo de corriente: continuidad entre citoplasmas.
- La distancia entre membranas es de unos 3 nm.
- El flujo de corriente pasa a través de uniones comunicantes (gap junctions formadas por conexinas. Es bidireccional.
- El hexámero de conexinas forma el conexón.
- **Función:** desencadenar respuestas muy rápidas.



"Conexiones eléctricas" (Gap-junction channels)

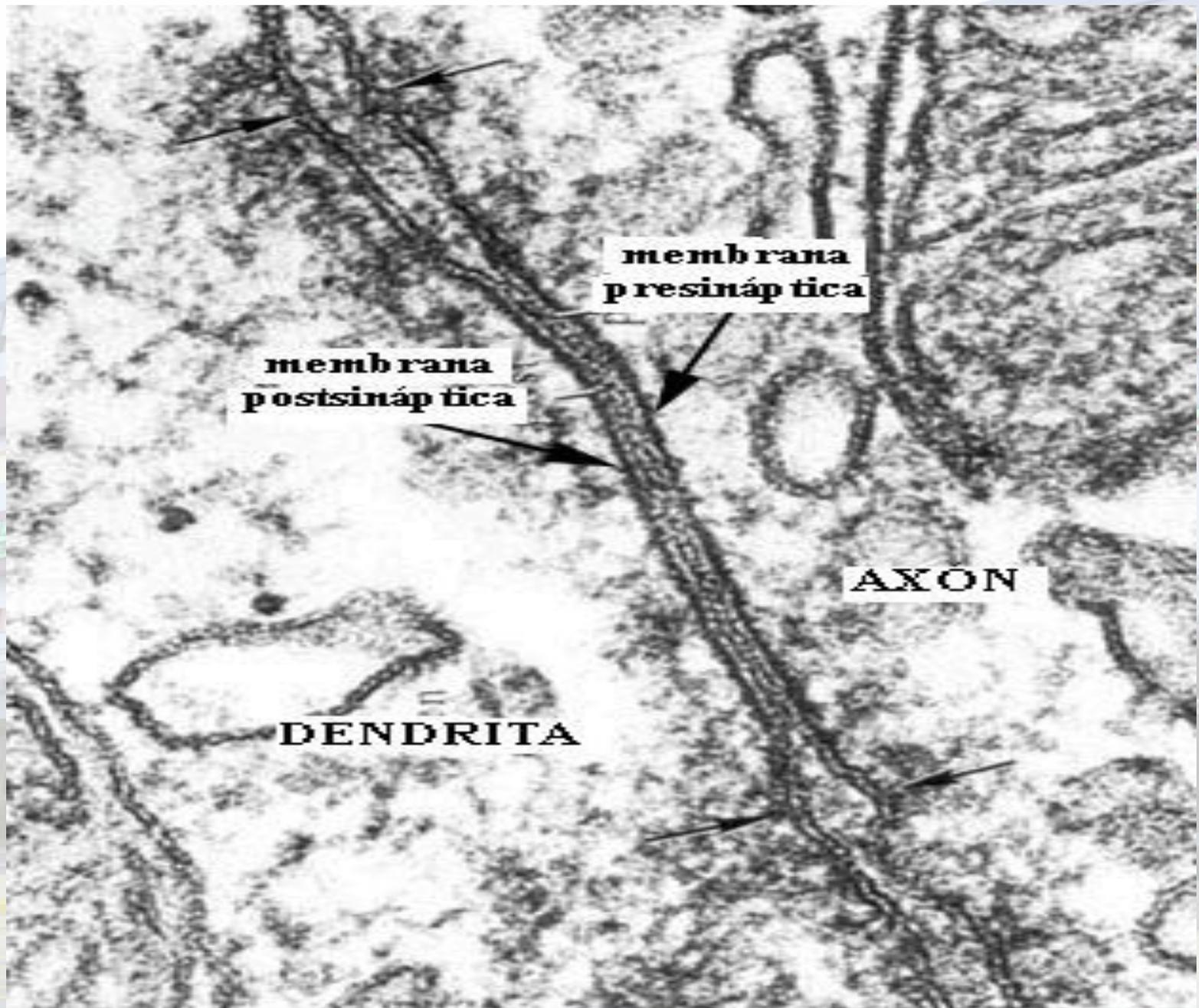
(D)

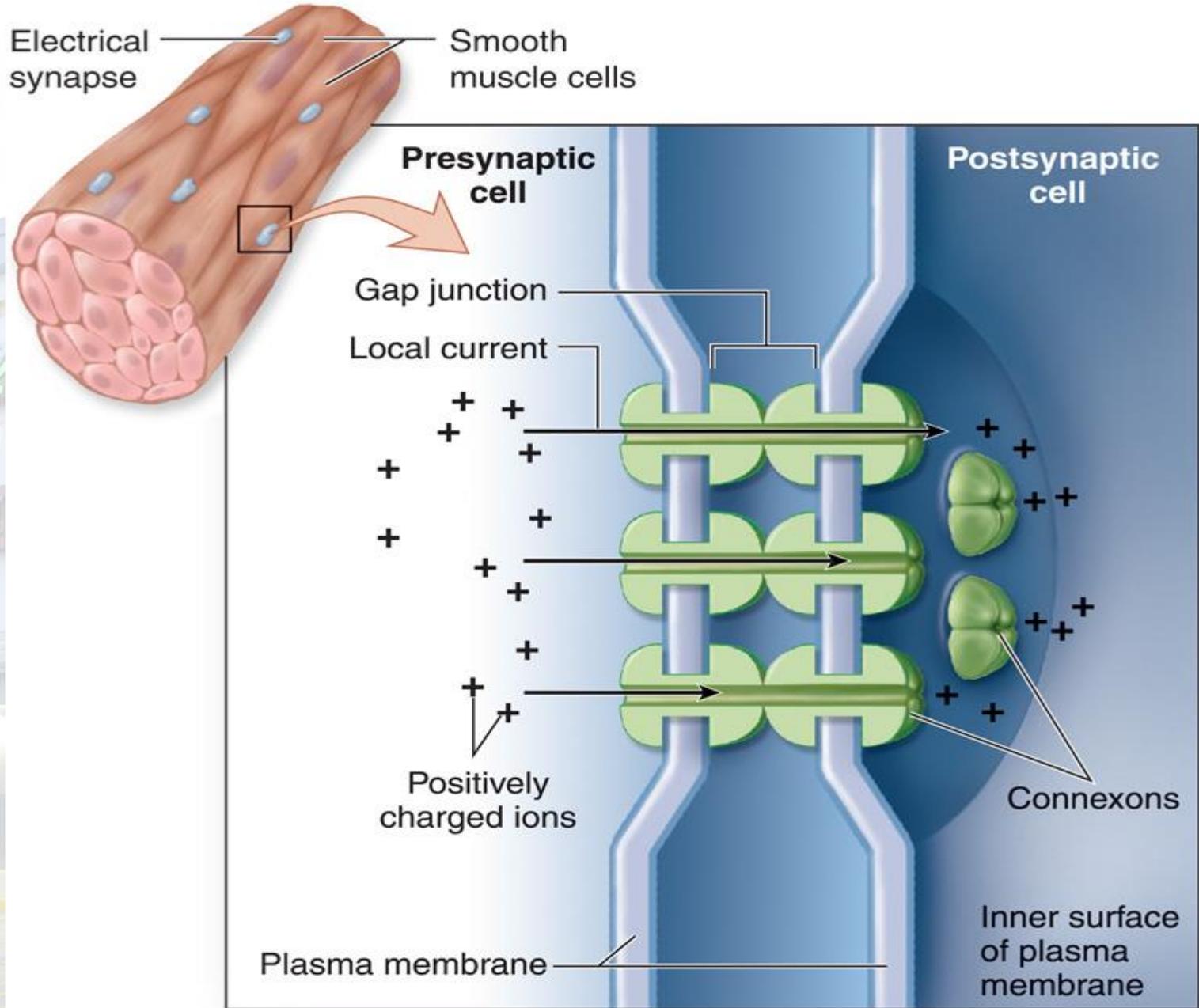


3.5nm

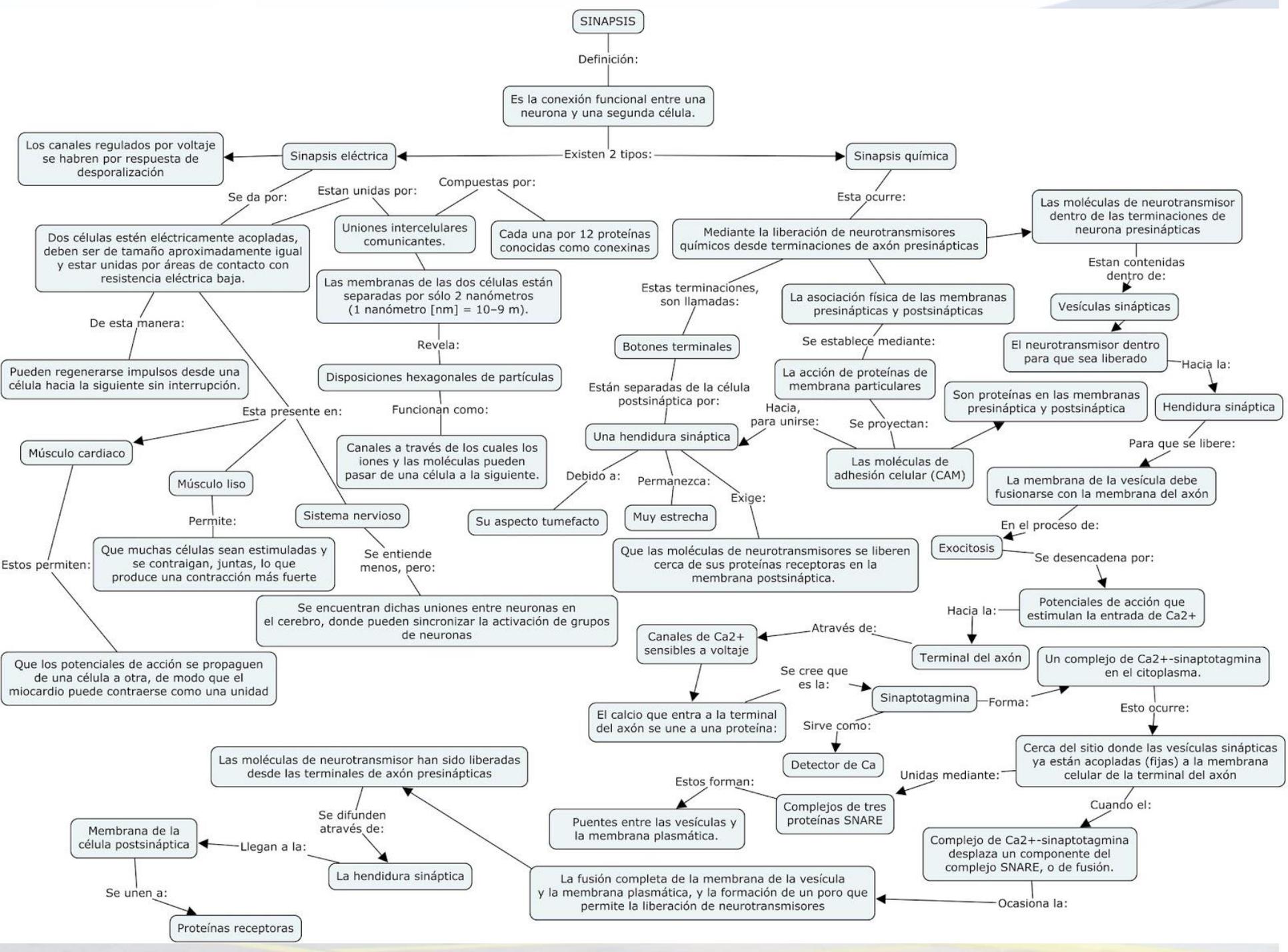
20nm

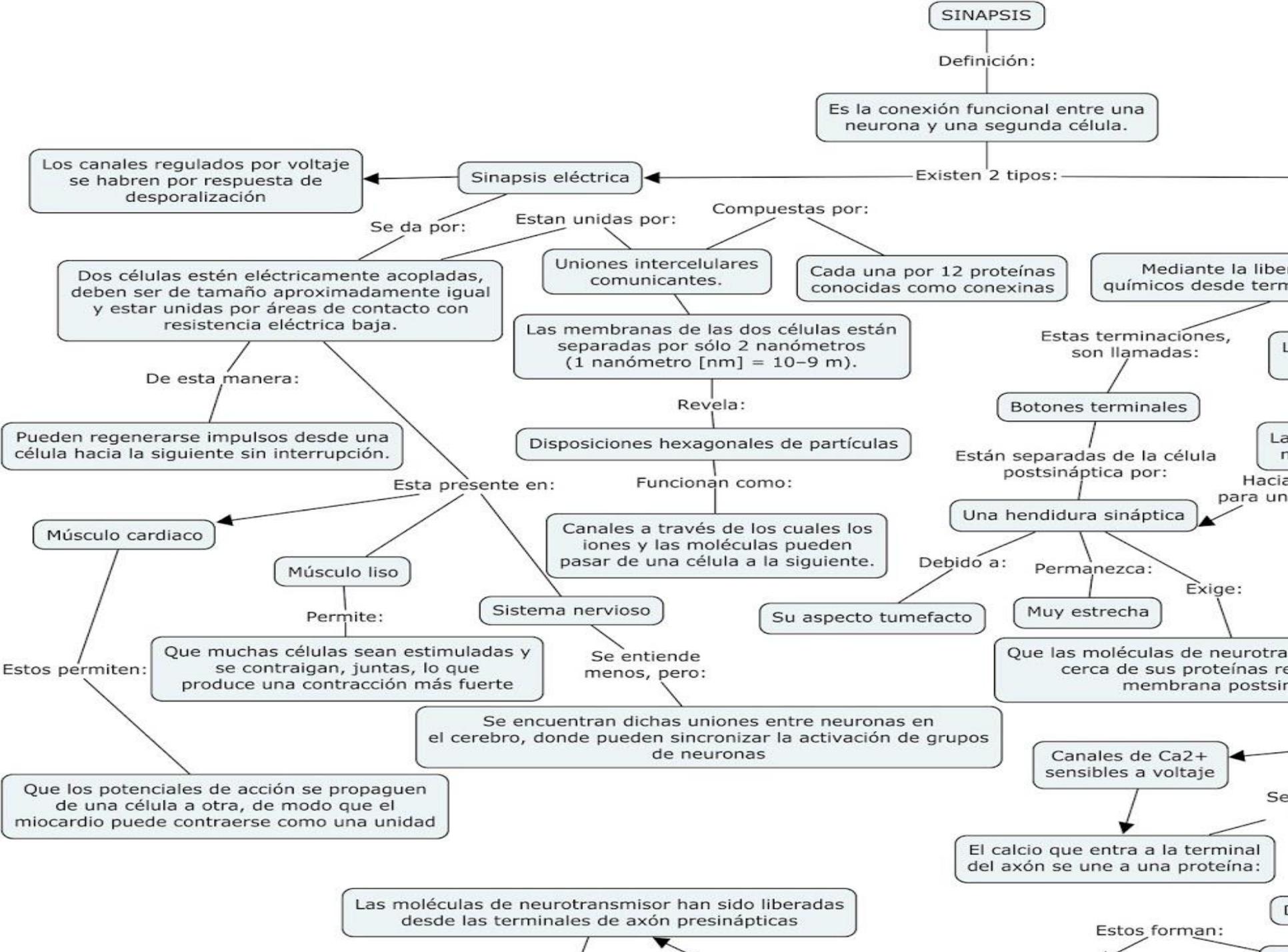
Cada hemicanal: conexón





(a) Electrical synapse





SINAPSIS

Definición:

Es la conexión funcional entre una neurona y una segunda célula.

Existen 2 tipos:

Sinapsis eléctrica

Los canales regulados por voltaje se habren por respuesta de despolarización

Se da por:

Dos células estén eléctricamente acopladas, deben ser de tamaño aproximadamente igual y estar unidas por áreas de contacto con resistencia eléctrica baja.

De esta manera:

Pueden regenerarse impulsos desde una célula hacia la siguiente sin interrupción.

Esta presente en:

Músculo cardiaco

Músculo liso

Sistema nervioso

Permite:

Que muchas células sean estimuladas y se contraigan, juntas, lo que produce una contracción más fuerte

Estos permiten:

Que los potenciales de acción se propaguen de una célula a otra, de modo que el miocardio puede contraerse como una unidad

Están unidas por:

Uniones intercelulares comunicantes.

Compuestas por:

Cada una por 12 proteínas conocidas como conexinas

Mediante la liberación de neurotransmisores químicos desde terminales

Estas terminaciones, son llamadas:

Botones terminales

Están separadas de la célula postsináptica por:

Una hendidura sináptica

Hacia la célula postsináptica para unirse a receptores

Debido a:

Su aspecto tumefacto

Permanezca:

Muy estrecha

Exige:

Que las moléculas de neurotransmisor cerca de sus proteínas receptoras en la membrana postsináptica

Revela:

Disposiciones hexagonales de partículas

Funcionan como:

Canales a través de los cuales los iones y las moléculas pueden pasar de una célula a la siguiente.

Se entiende menos, pero:

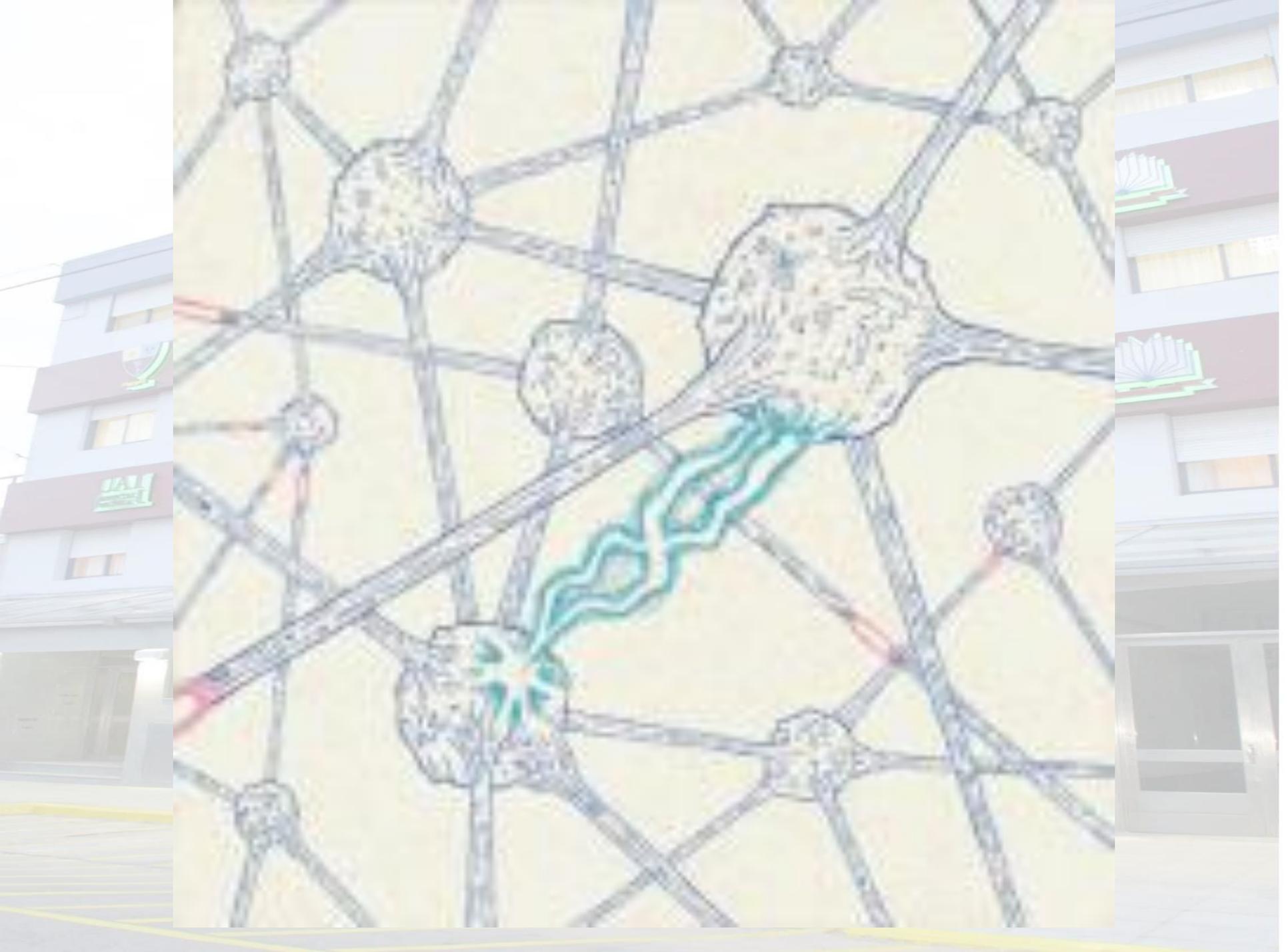
Se encuentran dichas uniones entre neuronas en el cerebro, donde pueden sincronizar la activación de grupos de neuronas

Canales de Ca²⁺ sensibles a voltaje

El calcio que entra a la terminal del axón se une a una proteína:

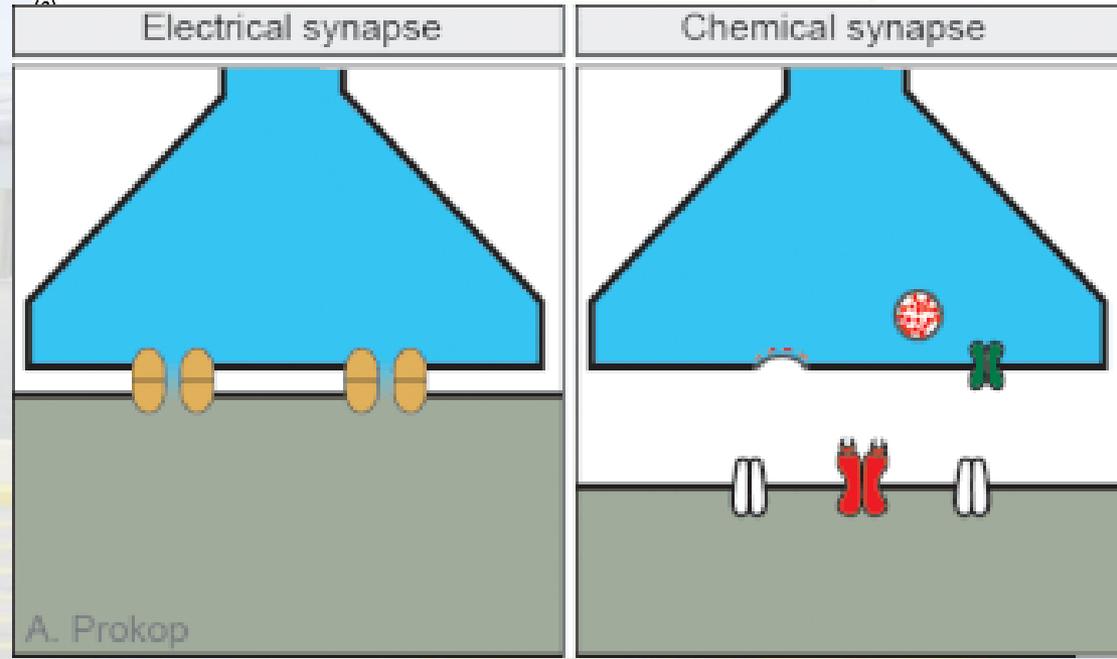
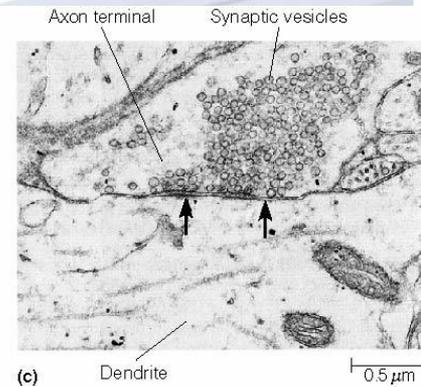
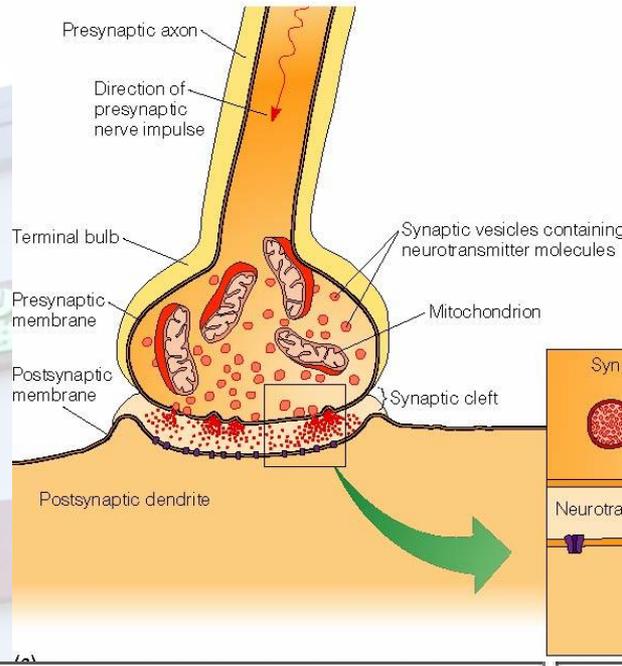
Las moléculas de neurotransmisor han sido liberadas desde las terminales de axón presinápticas

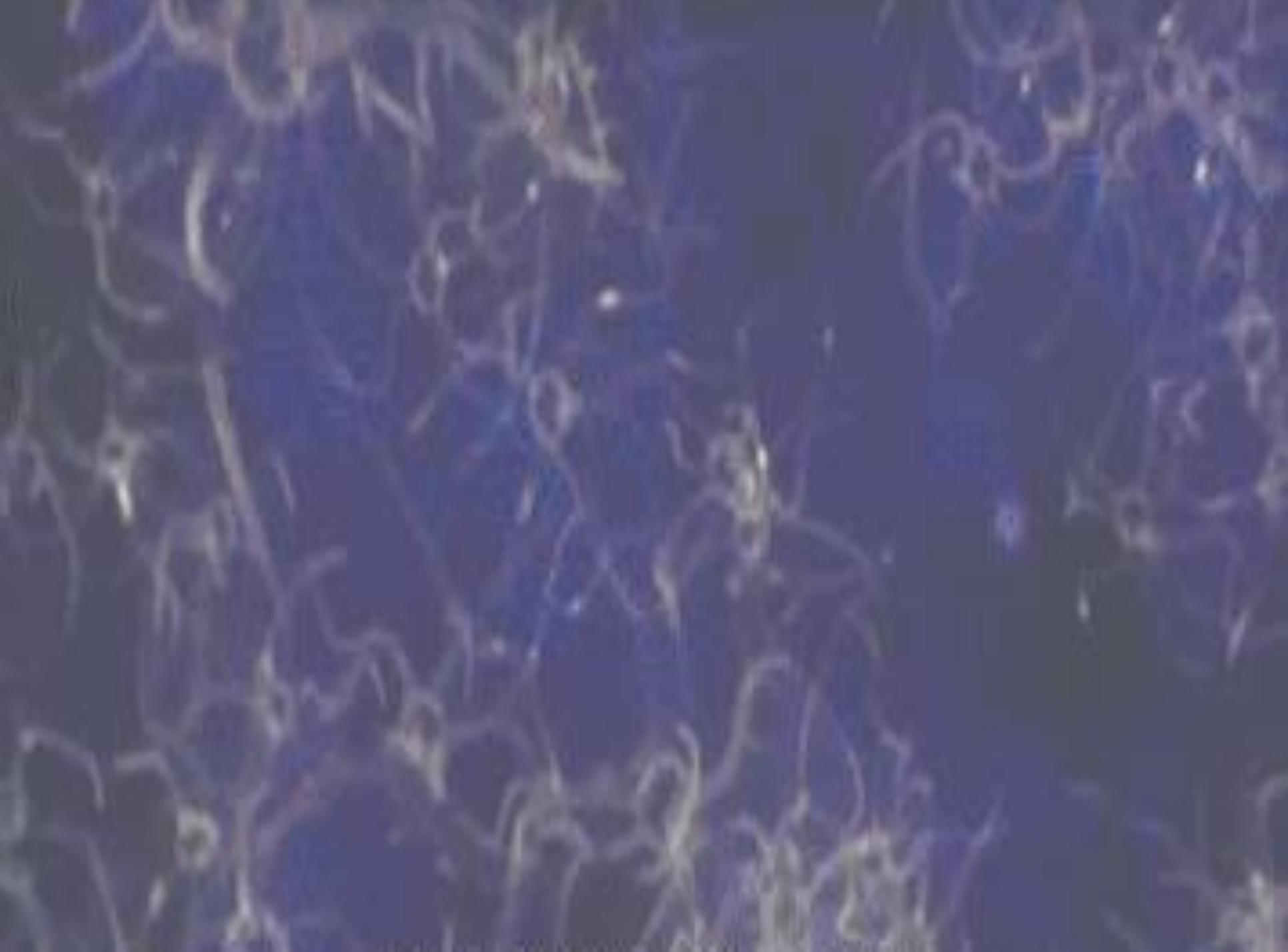
Estos forman:



Sinapsis químicas

- Liberación de un neurotransmisor (NT) cuando llega el potencial de acción al terminal presináptico
- El NT difunde por la hendidura sináptica hasta encontrar los receptores postsinápticos
- Unidireccional
- Existe retraso sináptico (0,5 ms).
- Distancia entre membrana pre y postsináptica: 20-40 nm

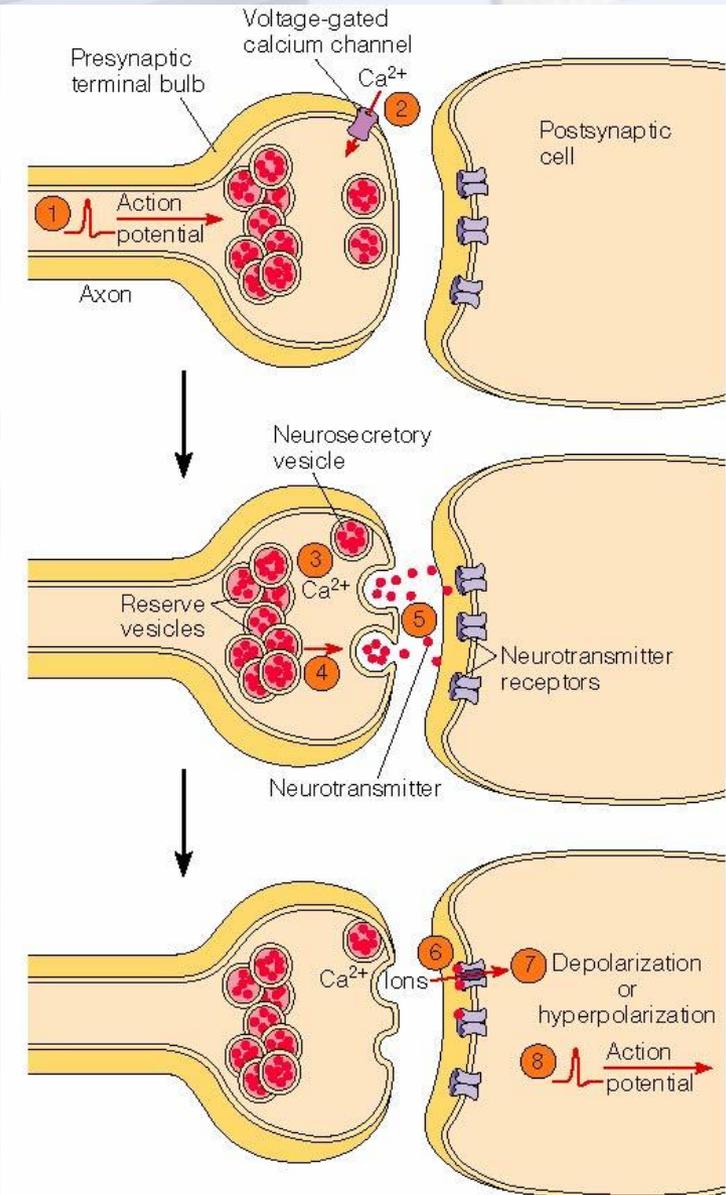




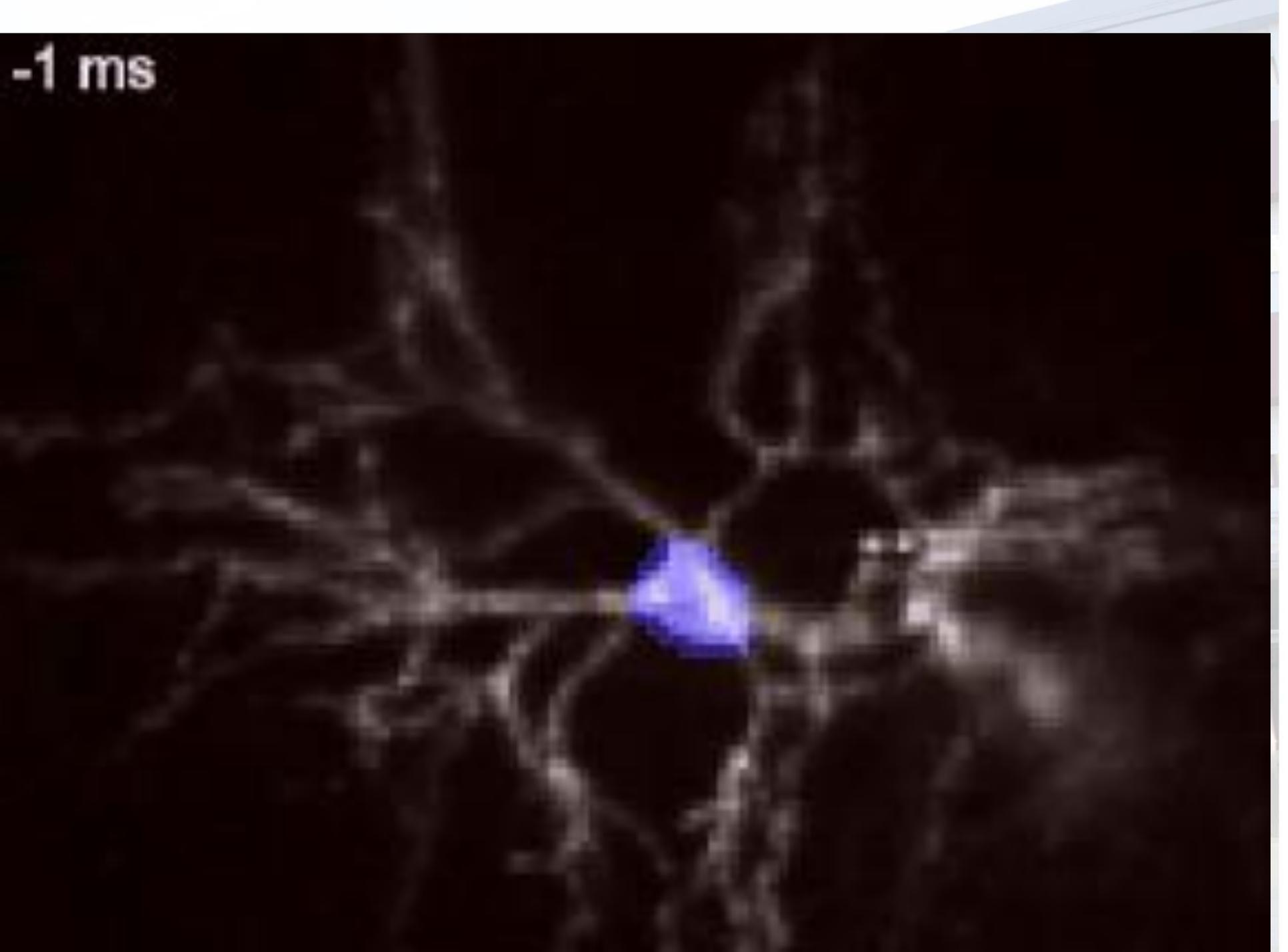
Sinapsis químicas

Liberación del NT:

1. Llega el potencial de acción a la terminación presináptica.
2. Activación de canales de Ca^{+2} voltaje dependientes.
3. El aumento del Ca^{+2} citosólico provoca la fusión con la MP de las vesículas de secreción preexistentes que contienen el NT.
4. Las vesículas liberan el NT a la hendidura sináptica (exocitosis).
5. Difusión del NT.
6. Unión a receptores postsinápticos.
7. Apertura de canales iónicos (Na^{+} , K^{+} o Cl^{-}): despolarización o hiperpolarización.
8. Potencial de acción postsináptico.

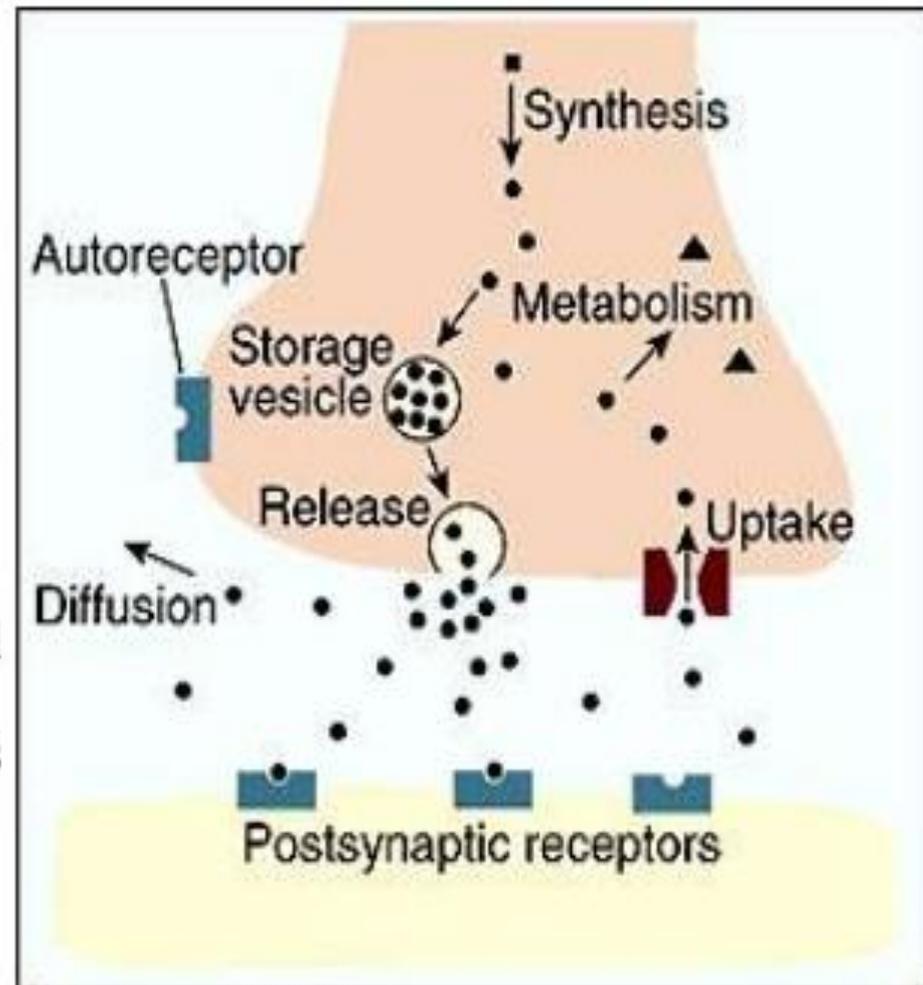


-1 ms



Life Cycle of a Neurotransmitter

- 1) Synthesis of the transmitter
- 2) Packaging and storage in Synaptic vesicles
- 3) If necessary, transport from the site of synthesis to the site of release from the nerve terminal
- 4) Release in response to an action potential
- 5) Binding to postsynaptic receptor proteins
- 6) Termination of action by diffusion, destruction, or reuptake into cells

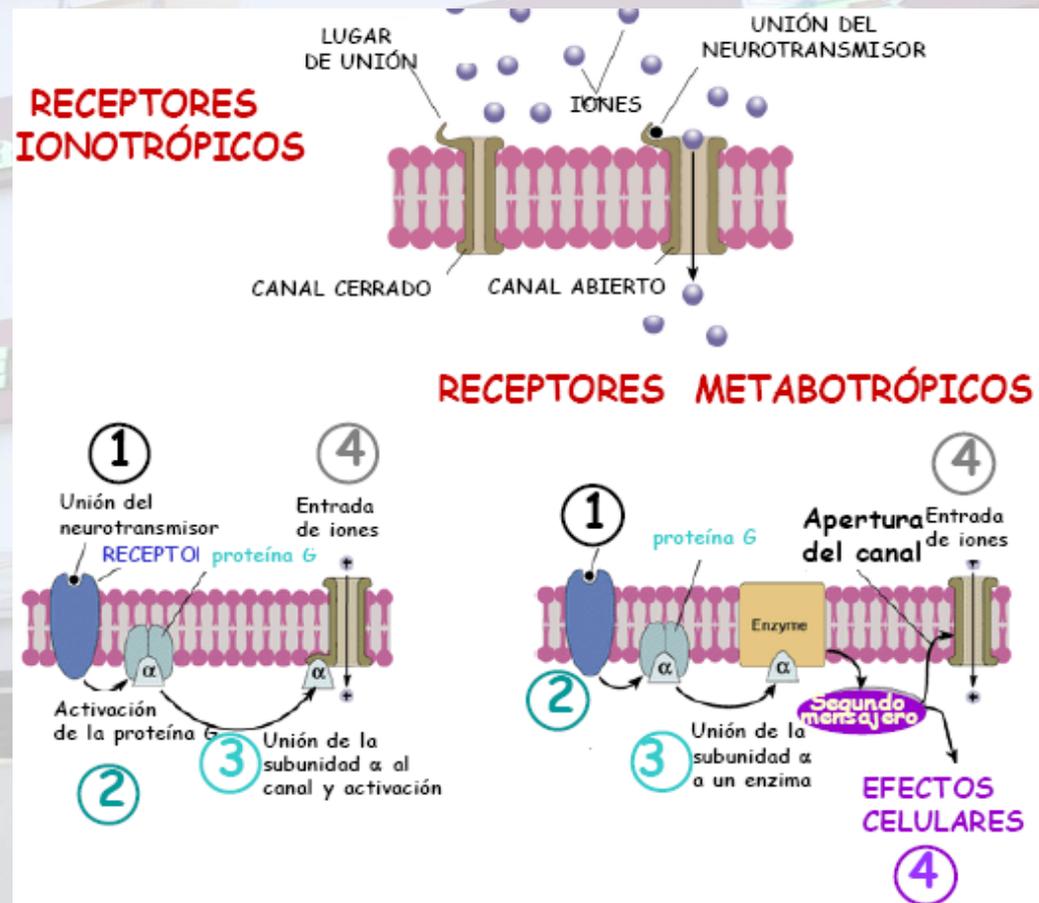


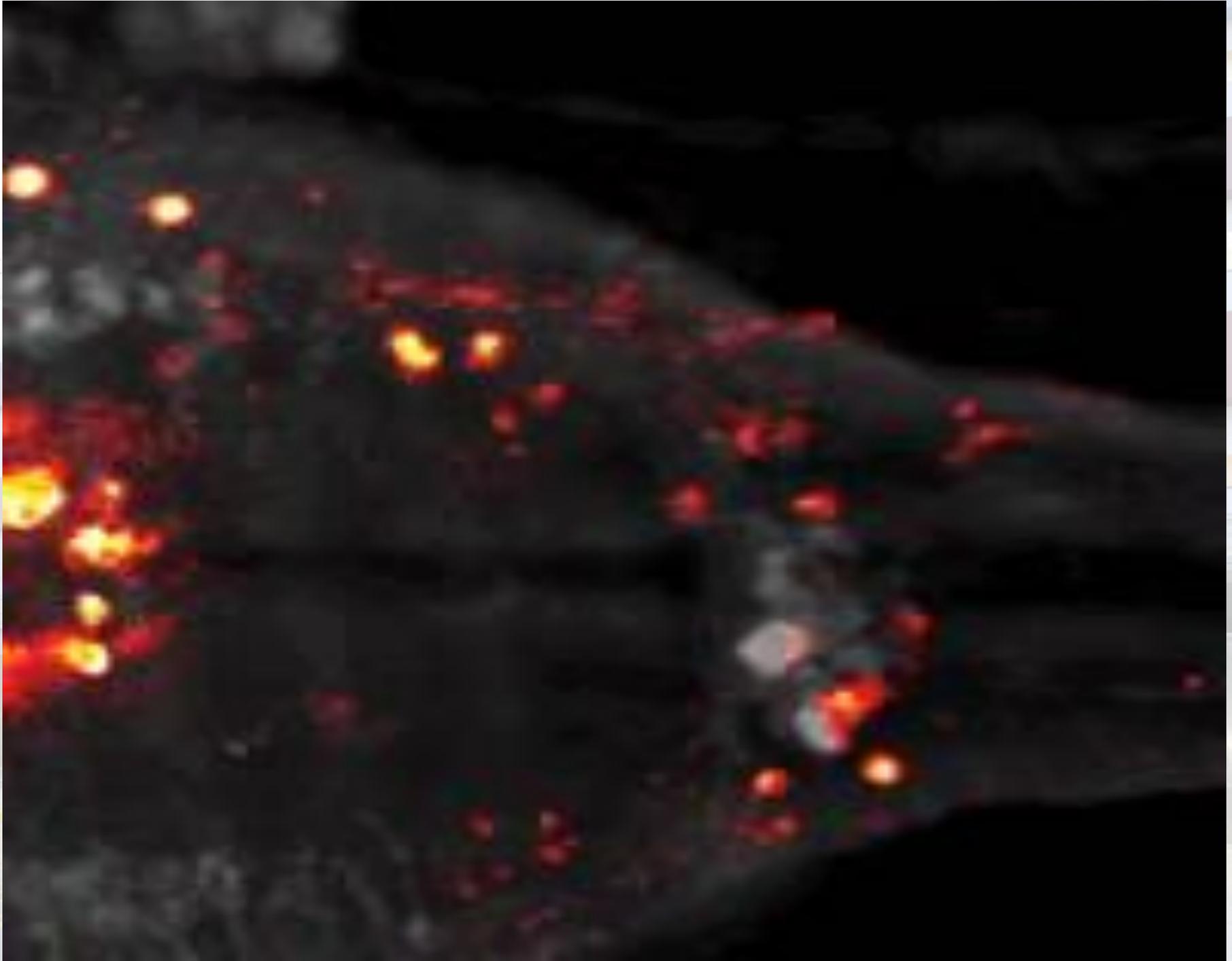
Sinapsis químicas: unión del NT al receptor

El NT se debe unir a proteínas receptoras específicas en la membrana postsináptica. Esta unión origina un cambio de conformación del receptor.

Dos principales categorías de receptores:

- **canales iónicos operados por ligando:** receptores ionotrópicos
- **receptores acoplados a proteínas G:** receptores metabotrópicos

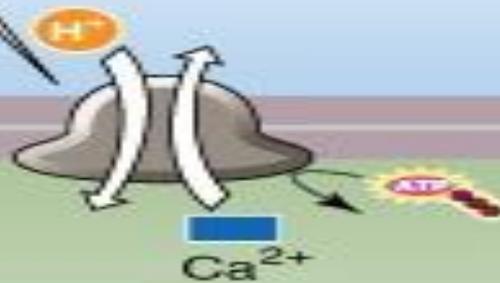




Calcecuestrina y calmodulina

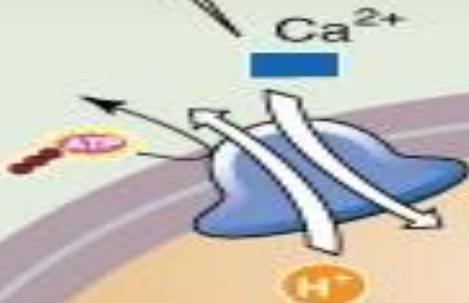
1
Na-Ca and exchanger and Ca^{2+} pump in the plasma membrane both extrude Ca^{2+} from the cell.

Extracellular space



Muscle cytosol

2
 Ca^{2+} pump sequesters Ca^{2+} within the sarcoplasmic reticulum.



Sarcoplasmic reticulum

3
 Ca^{2+} is bound in the sarcoplasmic reticulum by calreticulin and calsequestrin.

Calreticulin



Calsequestrin

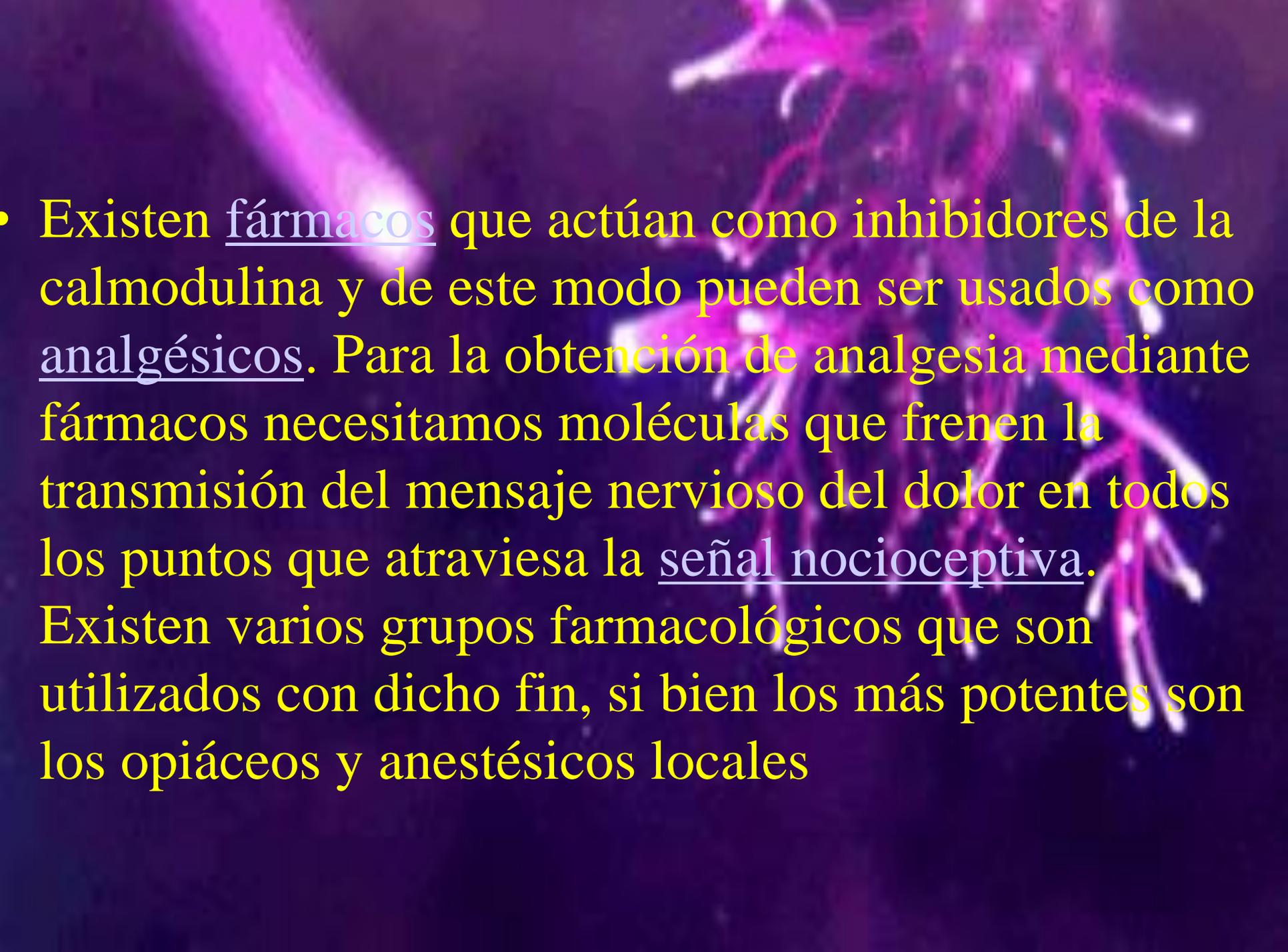




Calmodulina

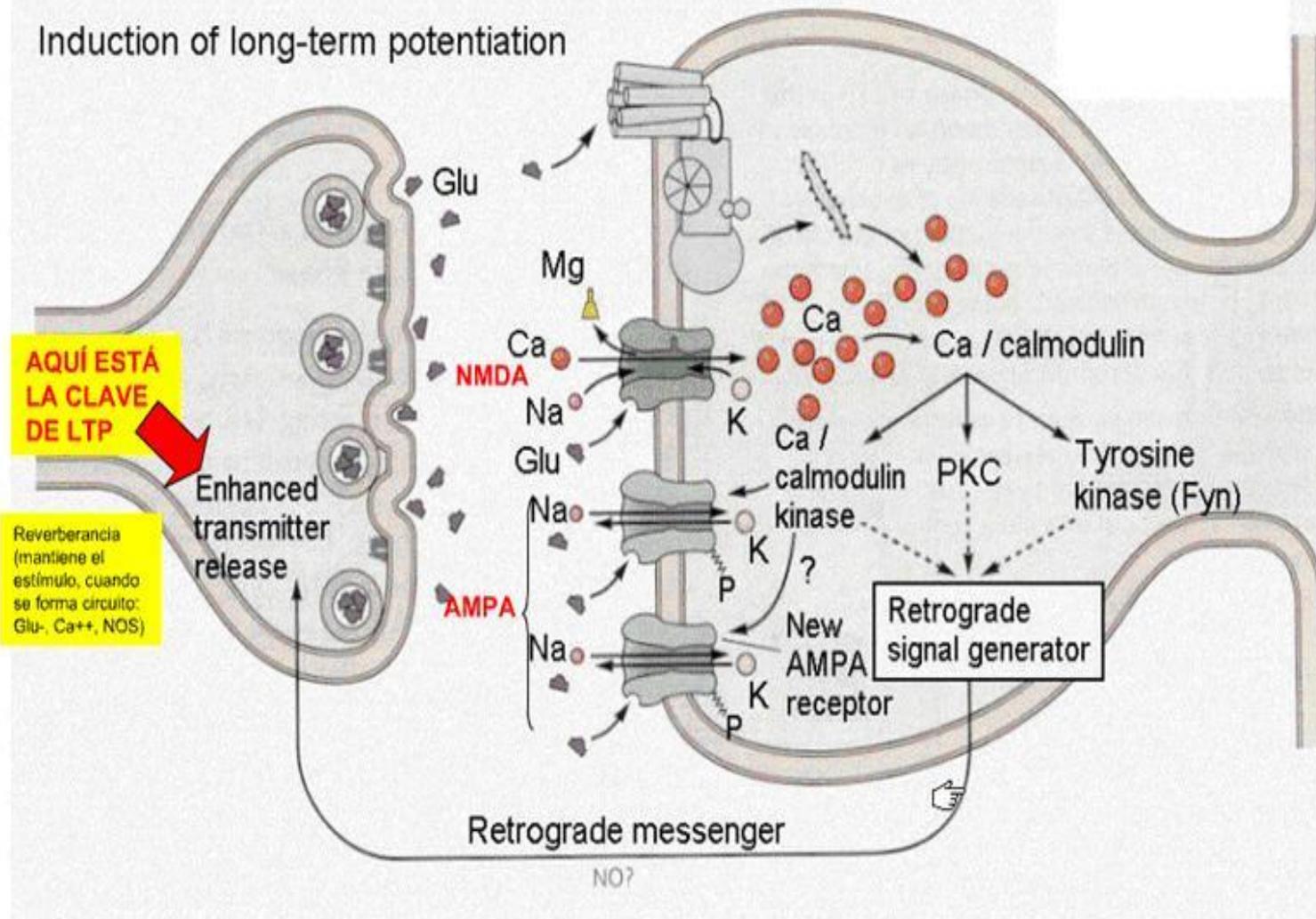
Uno de los reguladores en la transducción de la señal de calcio en la célula. Actúa como receptor para Ca⁺², gracias a que presenta cuatro sitios de unión al ion Ca con una alta afinidad, pero siempre de forma reversible. Ésta se asocia a multitud de proteínas diferentes y en su estado de unido al ion Ca⁺² modula sus actividades, por ejemplo se encarga de regular una gran variedad de enzimas.





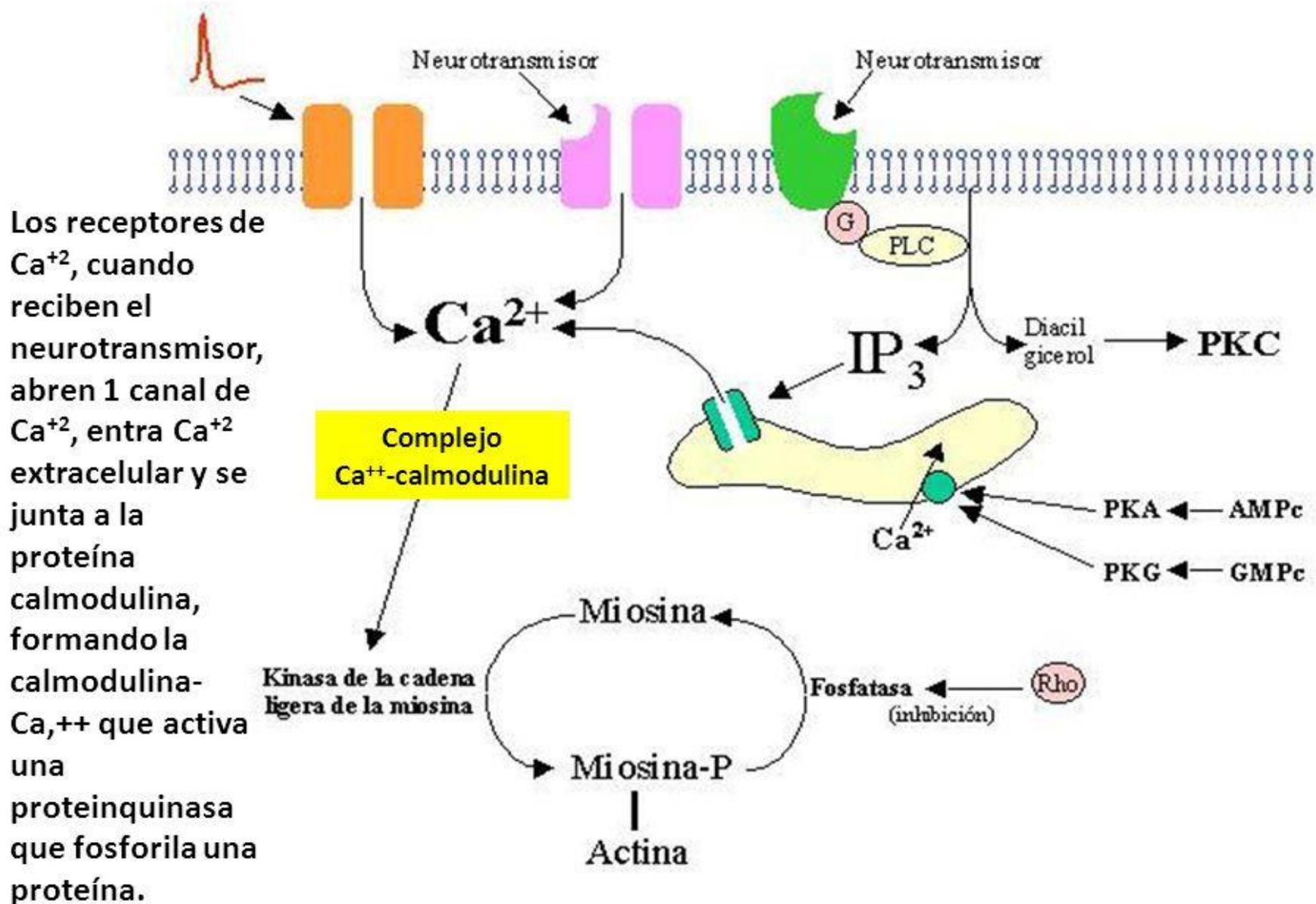
• Existen fármacos que actúan como inhibidores de la calmodulina y de este modo pueden ser usados como analgésicos. Para la obtención de analgesia mediante fármacos necesitamos moléculas que frenen la transmisión del mensaje nervioso del dolor en todos los puntos que atraviesa la señal nociceptiva. Existen varios grupos farmacológicos que son utilizados con dicho fin, si bien los más potentes son los opiáceos y anestésicos locales

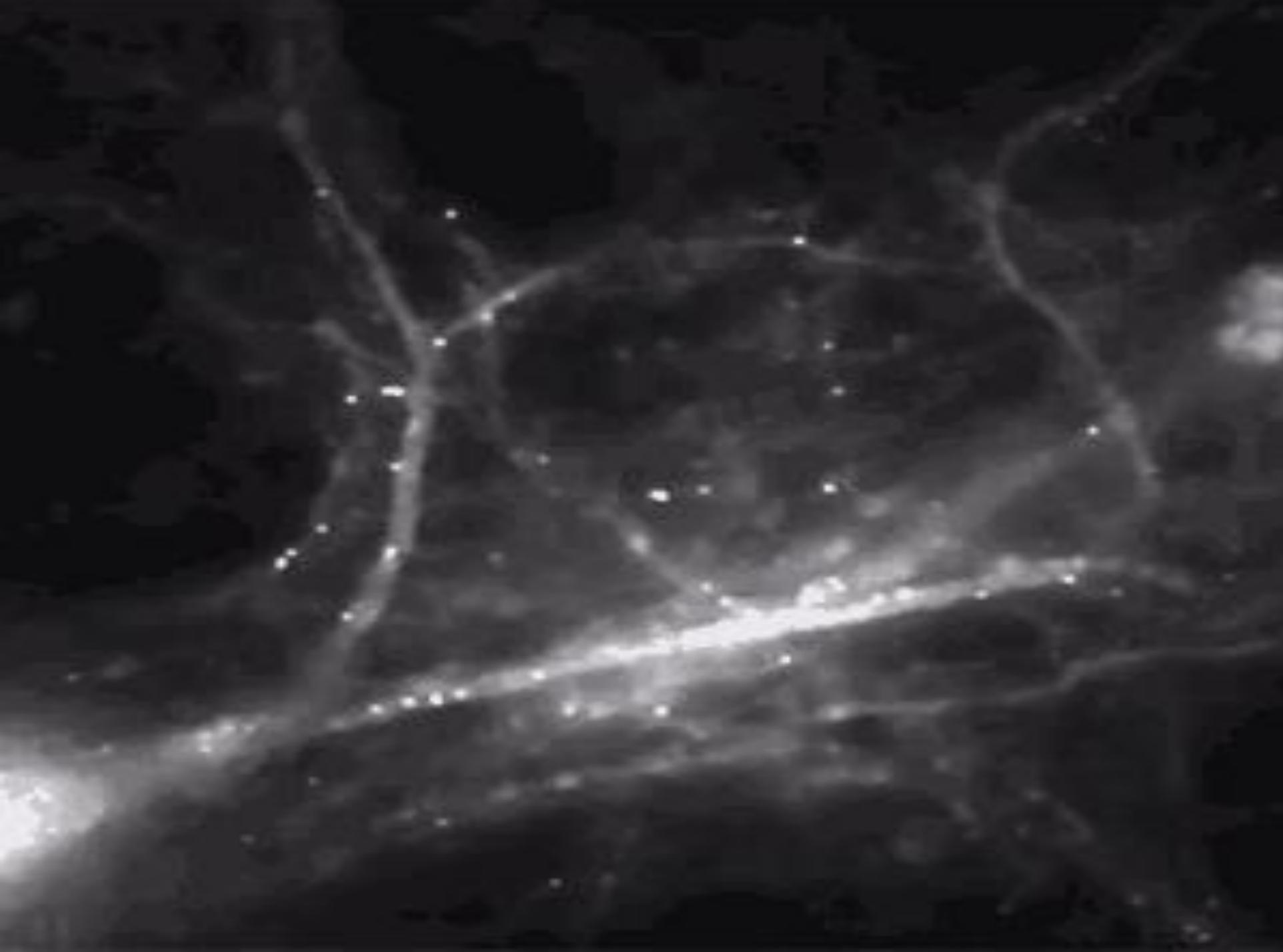
Induction of long-term potentiation



Estimulación de alta frecuencia → abre canales AMPA → entra Na⁺ → **depolarización**

Mg⁺⁺ se separa de canales NMDA → **Entra Ca⁺⁺ a la célula** → Activa PKC, calmodulina, y TirosoinaK → CalmodulinaK fosforila receptores AMPA, incrementando su sensibilidad al glutamato. CalmodulinaK activa señal de **mensajero retrógrado** a terminal presináptico → liberación de glutamato.





SINAPSIS QUIMICA

Los receptores median los cambios en el potencial de membrana de acuerdo con:

- La cantidad de NT liberado
- El tiempo que el NT esté unido a su receptor

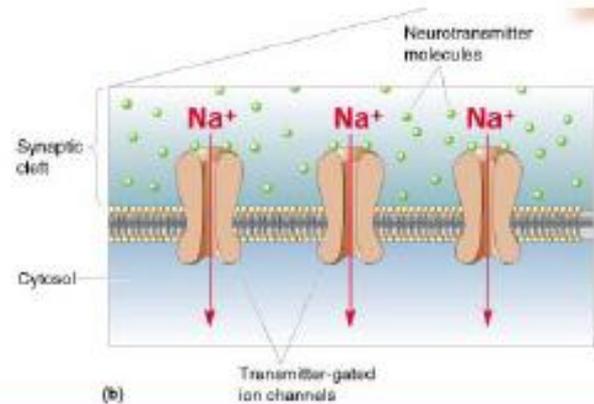
Existen dos tipos de potenciales postsinápticos:

PEPS – potencial excitatorio postsináptico: despolarización transitoria (apertura de canales Na^+). Un solo PEPS no alcanza el umbral de disparo del potencial de acción.

PIPS – potencial inhibitorio postsináptico: la unión del NT a su receptor incrementa la permeabilidad a Cl^- y K^+ , alejando a la membrana del potencial umbral.

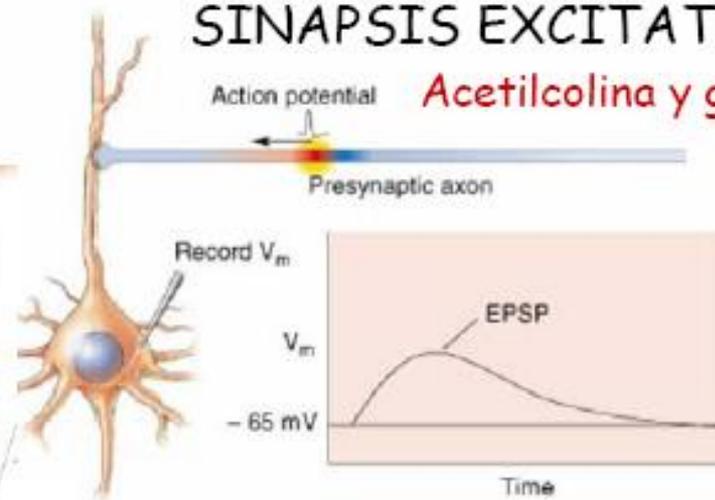
Sinapsis químicas: tipos

Potencial postsináptico excitador (EPSP= PEPS)

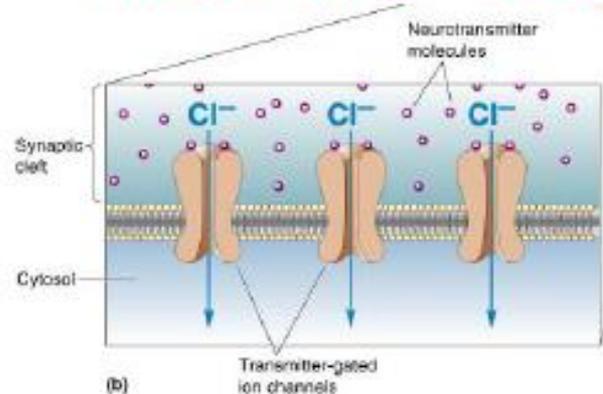


SINAPSIS EXCITATORIAS

Acetilcolina y glutamato

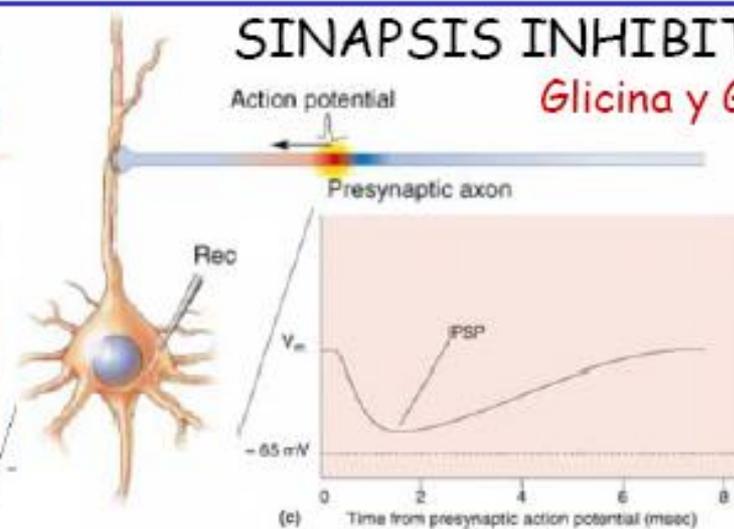


Potencial postsináptico inhibidor (IPSP= PIPS)



SINAPSIS INHIBITORIAS

Glicina y GABA





TIPOS DE SINAPSIS QUIMICAS

El NT puede conducir a PEPS o PIPS

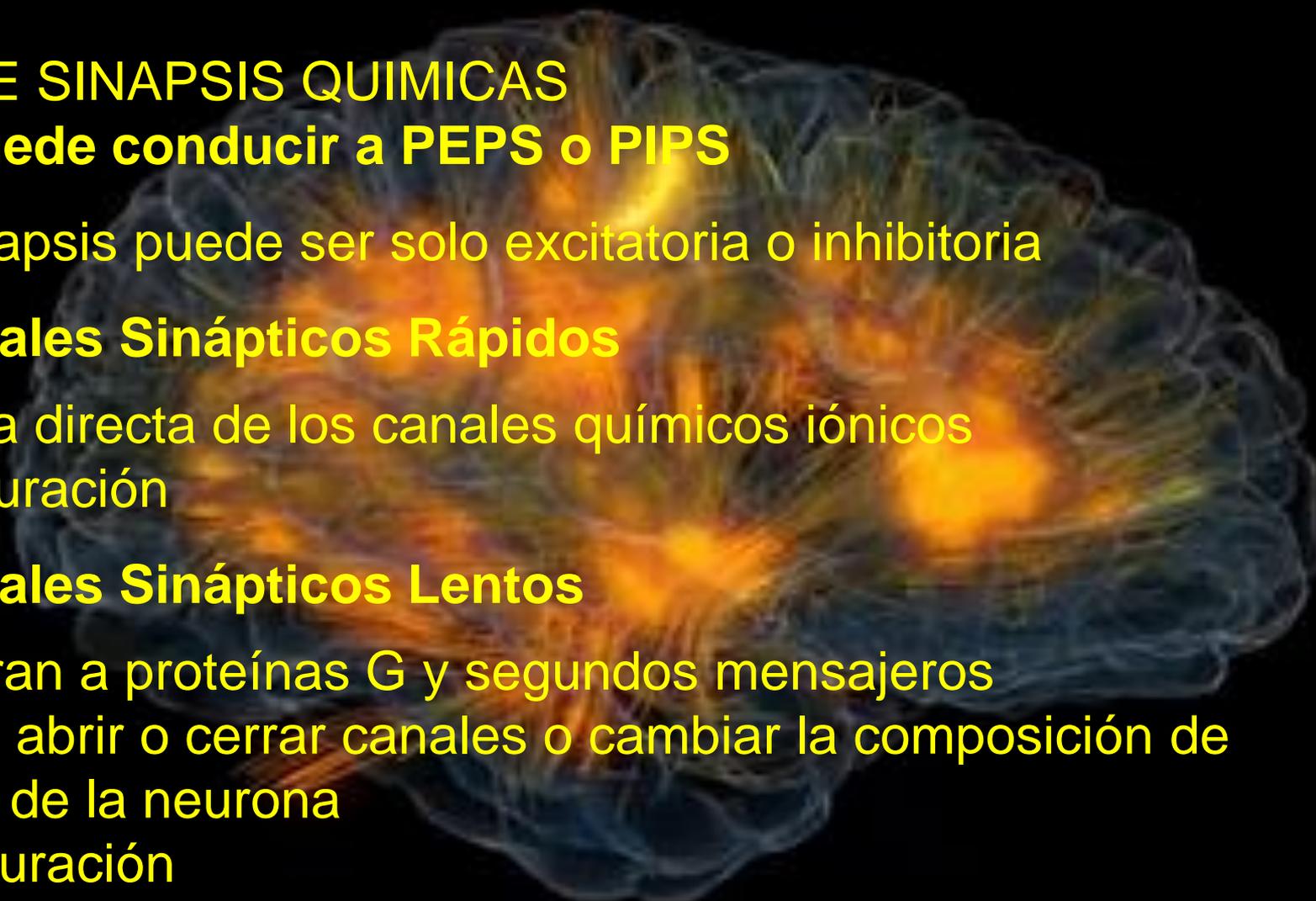
Cada Sinapsis puede ser solo excitatoria o inhibitoria

- **Potenciales Sinápticos Rápidos**

- Apertura directa de los canales químicos iónicos
- Corta duración

- **Potenciales Sinápticos Lentos**

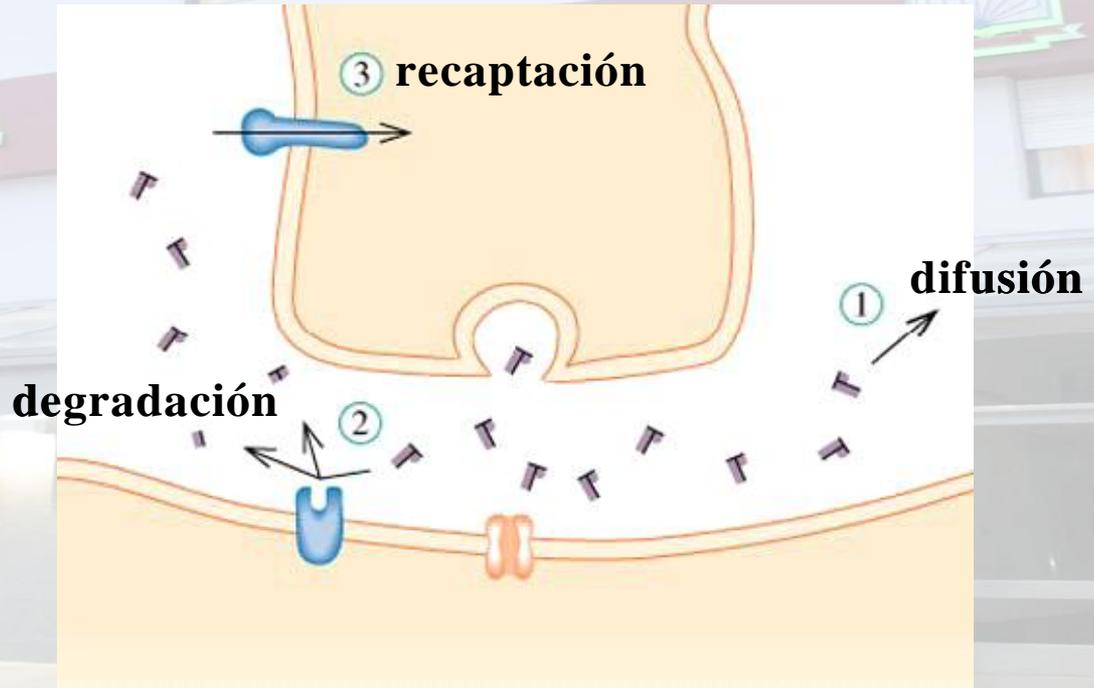
- Involucran a proteínas G y segundos mensajeros
- Pueden abrir o cerrar canales o cambiar la composición de proteínas de la neurona
- Larga duración



Sinapsis químicas: eliminación del NT

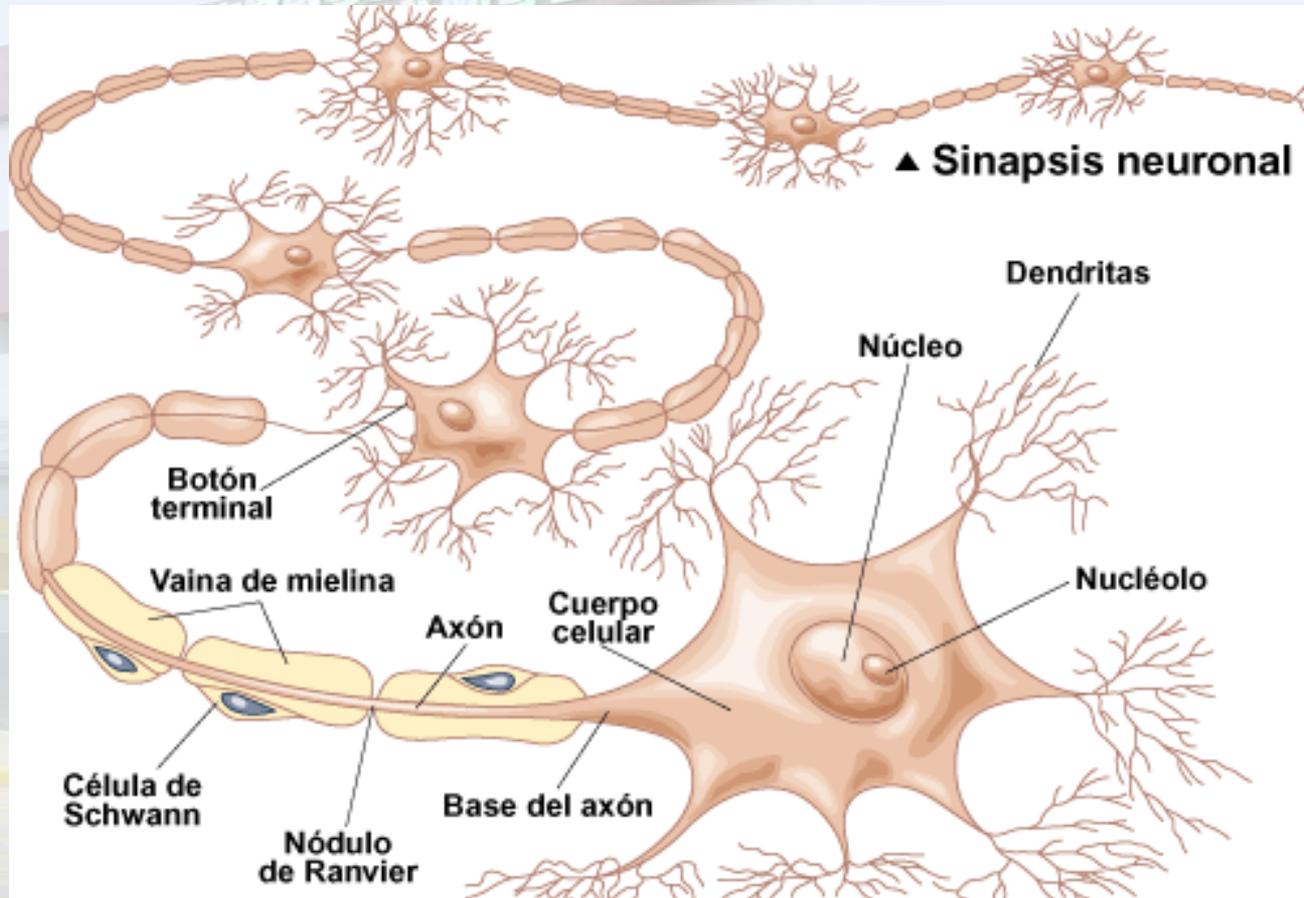
Mientras el NT esté unido a su receptor se está produciendo el potencial (PEPS o PIPS), por tanto es necesario eliminar el NT ¿Cómo?:

- Recaptación a la terminación nerviosa presináptica mediante transporte activo 2° (NT no peptídicos).
- Degradación (proteólisis de neuropéptidos).
- Difusión lejos de la membrana postsináptica.



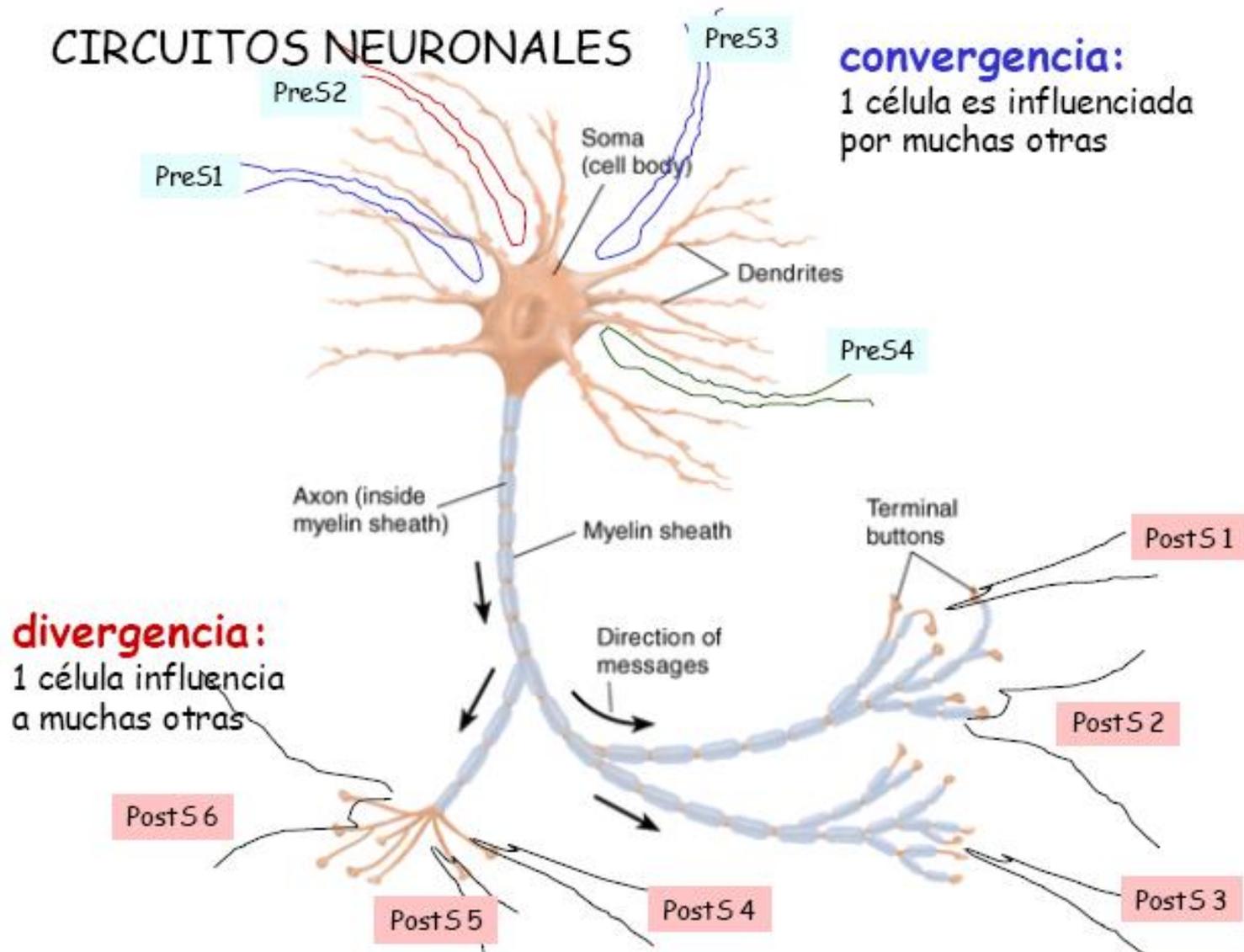
Integración sináptica

Si un único PEPS no induce un potencial de acción y un PIPS aleja a la membrana del umbral, ¿Cómo se produce un potencial de acción?



Circuitos neuronales

CIRCUITOS NEURONALES



Neurotransmisores

No peptídicos	Acetil colina		
	Histamina		
	Monoaminas	Catecolaminas	Dopamina
			Noradrenalina
			Adrenalina
		Indolaminas	Serotonina
	Aminoácidos	Excitadores	Glutamato
			Aspartato
		Inhibidores	GABA
			Glicina
Peptídicos	Sustancia P		
(Neuropéptidos)	Opioides endógenos		

Tabla I**Efectos de las drogas sobre los neurotransmisores**

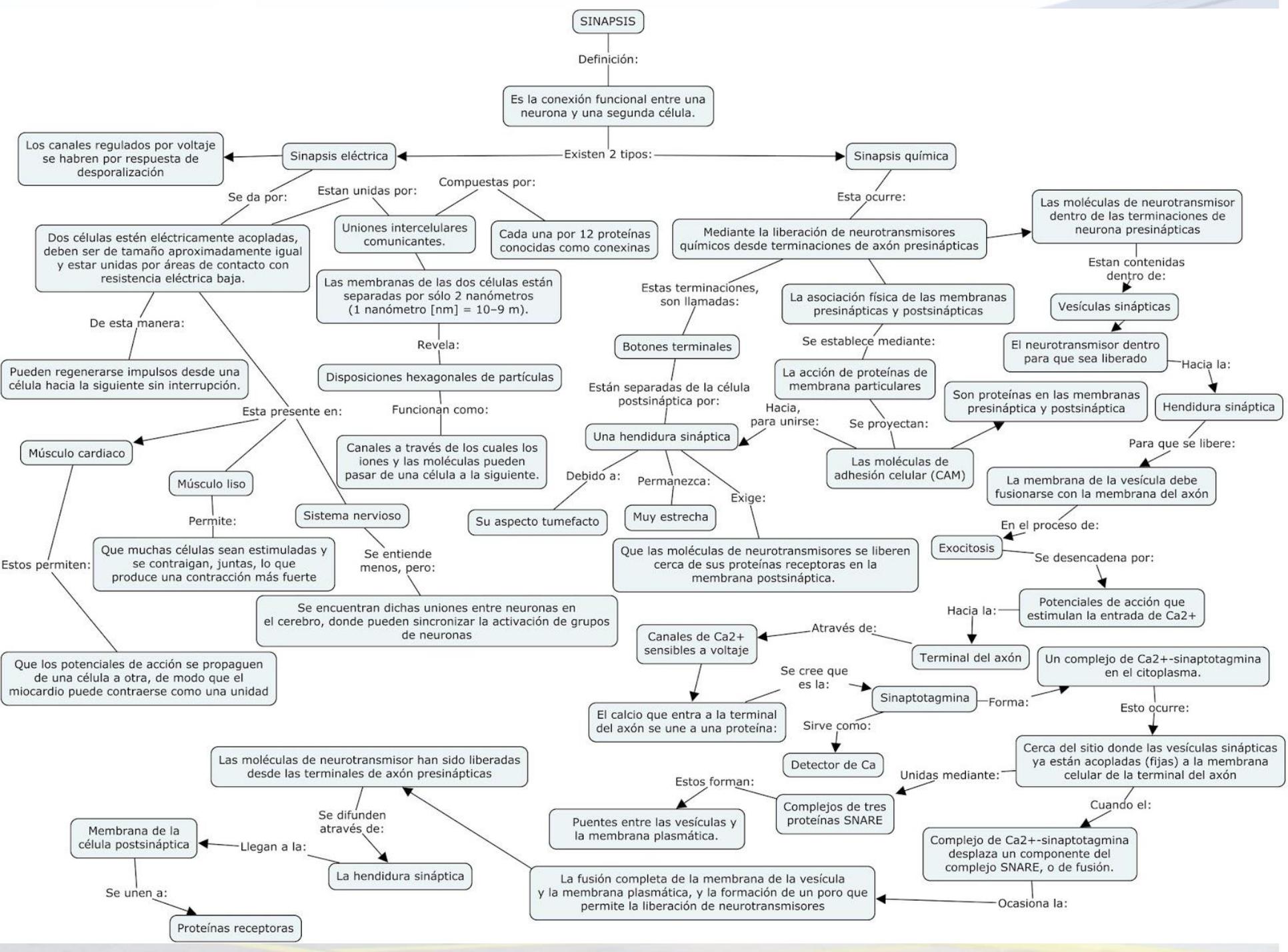
NEUROTRANSMISOR	ACCIÓN FUNCIONAL	DROGA DE ABUSO
GABA	Inhibición general de otros neurotransmisores (función reguladora)	Alcohol Sedantes Fenciclidina
Acetilcolina	Balanea dopamina Memoria	Fenciclidina
Noradrenalina	Modula el afecto Mantiene el sueño	Anfetaminas Cocaína Fenciclidina
Dopamina	Balanea acetilcolina Estimula centro del placer Modula el afecto Afecta procesos intelectuales	Anfetaminas Cocaína Fenciclidina
Serotonina	Modula el afecto Mantiene el sueño Participa en sueño REM*	Agentes psicodélicos Fenciclidina
Beta endorfina	Modula el afecto Modula la percepción del dolor Inhibe la liberación de noradrenalina	Opiáceos Fenciclidina

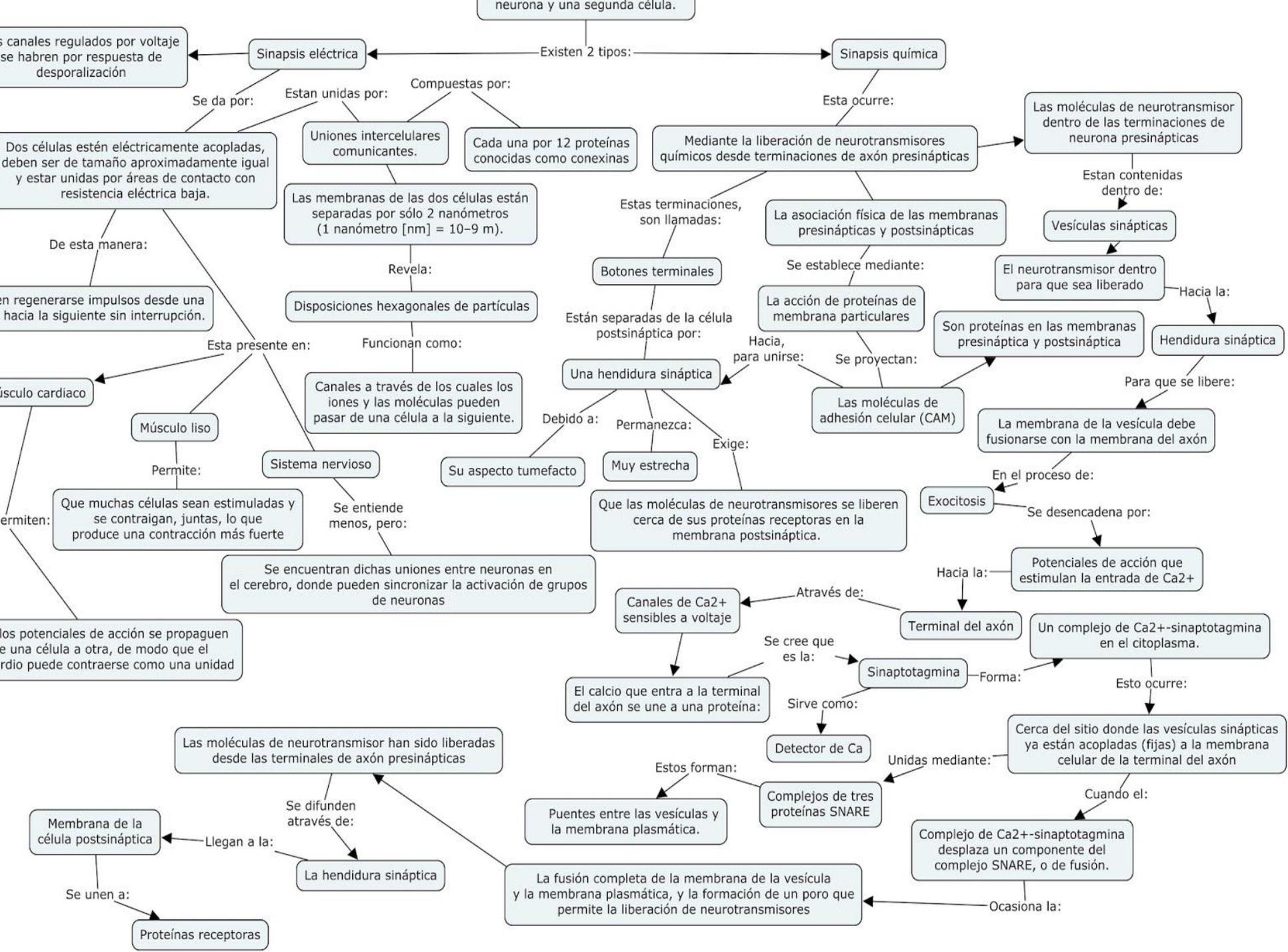
Fuente: Giannini J., Miller N. **ASAM**. Review Course Syllabus.

NEUROTRANSMITTER	RECEPTOR SUBTYPE	AGONIST	ANTAGONIST
Acetylcholine	Nicotinic	Nicotine	Curare
	Muscarinic	<u>Muscarine</u>	Atropine
Norepinephrine	α receptor	Phenylephrine	<u>Phenoxybenxamine</u>
	<u>β recpetor</u>	Isoproterenol	Propranolol
Glutamate	AMDA	AMDA	CNQX
	NMDA	NMDA	APS
GABA	GABA _A	<u>Muscimol</u>	<u>Bicliculline</u>
	GABA _B	Baclofen	<u>Phaclofen</u>
ATP	P ₂ X	ATP	<u>Suramin</u>
	A type	Adenosine	Caffeine

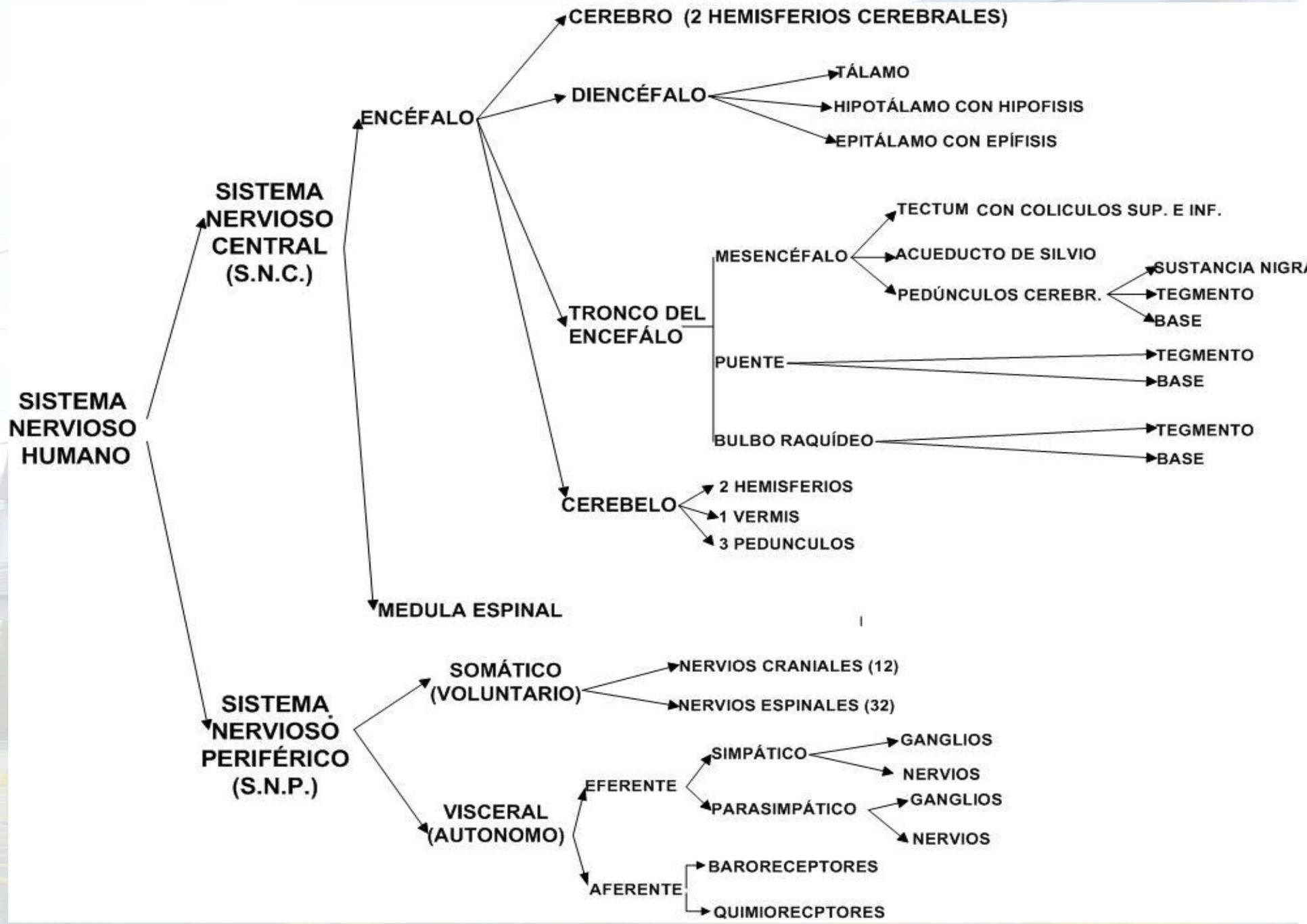
Neurotransmitters and Their Effects

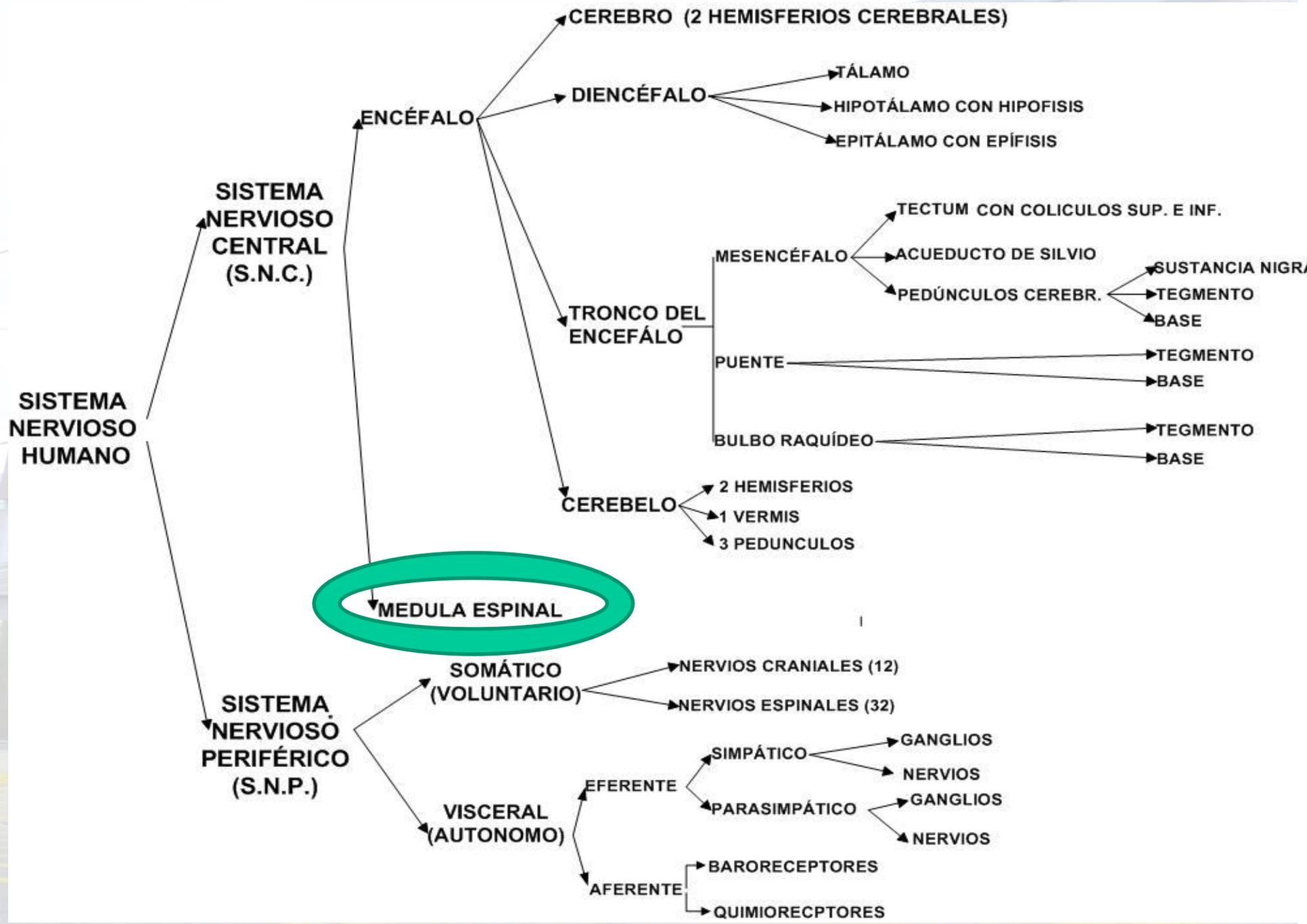
Name	Primary Function	Locations	Receptors	Notes
Acetylcholine	Muscle control, memory formation, sensory response. Excitatory.	Neuromuscular junctions, CNS	Nicotinic, muscarinic	One of the most common, very well studied. A major player in memory. Imbalances cause twitching or paralysis.
Serotonin	Intestinal movement control, mood regulation, appetite, sleep, muscle control	Gut, CNS	5-HT	Most antidepressants mimic the effect of serotonin. Most narcotics affect its release or reuptake
Dopamine	Reward pathways, cognition, voluntary motion	Hypothalamus	D1, D2, D3, D4, D5	Imbalances cause Parkinsons. Cocaine and opiates have a significant effect on its release.
Norepinephrine	Fight or Flight response (increased heart rate, increased glucose in bloodstream, increased oxygen to brain and muscles)	Adrenal medulla	Andrenergic	Produced from Dopamine in the adrenal glands (on kidneys)
L-DOPA	Precursor to dopamine	Hypothalamus	N/A	Able to cross the blood-brain barrier making it an excellent pharmaceutical for treatment of Parkinsons or depression.
Tryptophan	Precursor to Serotonin	Blood	N/A	essential amino acid
GABA	Inhibits CNS	Brain	GABAA, GABAB	Mediates muscle tone, Receptors susceptible to alcohol which creates CNS depression
Glycine	Inhibits signals	Spinal Cord, Brainstem	NMDA	amino acid
Tyramine	Blood Pressure regulation	CNS, Kidney	TA1	amino acid, minor neurotransmitter that is largely not understood
Glutamate	Long-term potentiation, memory	CNS, PNS	NMDA, others	Most common









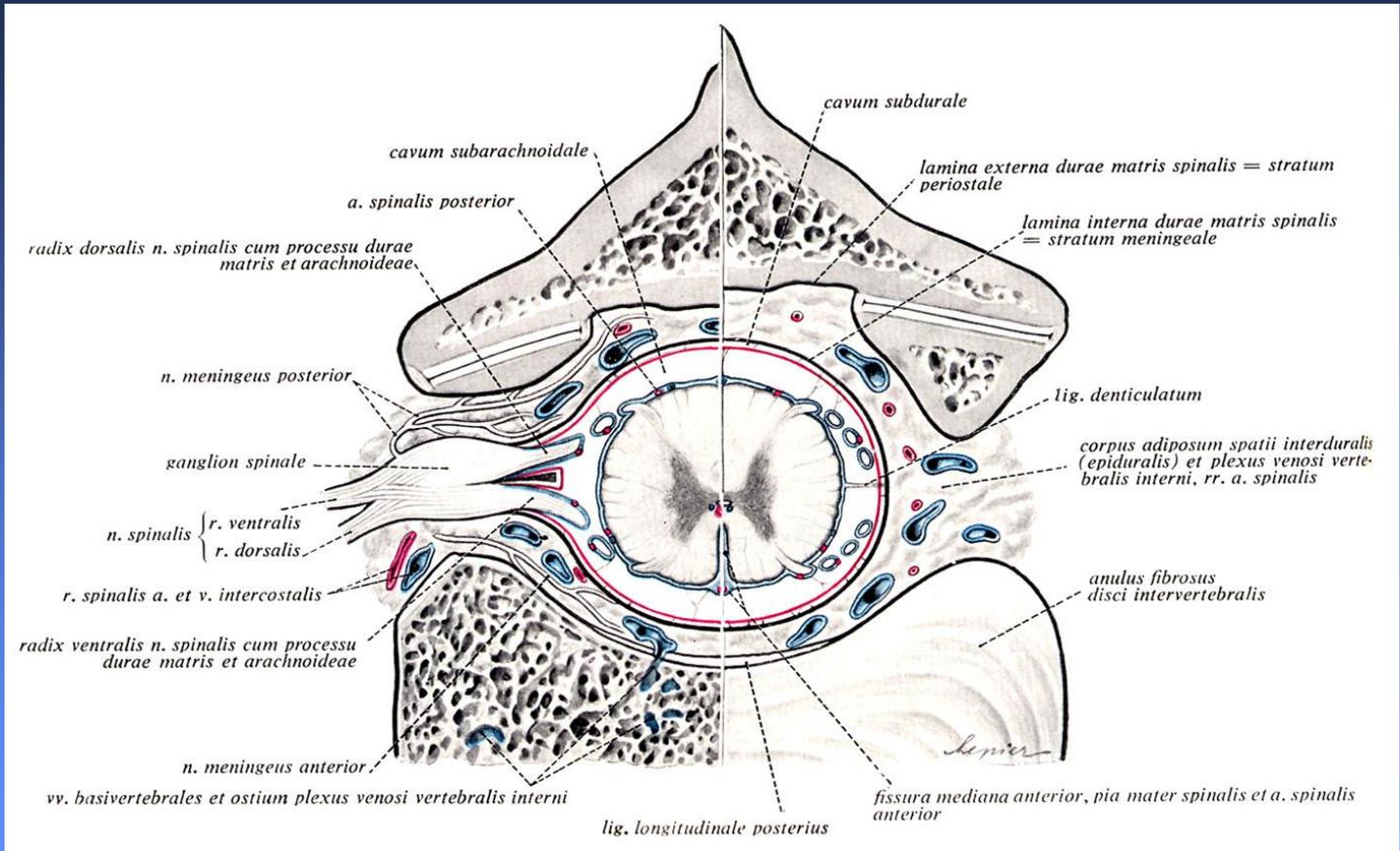




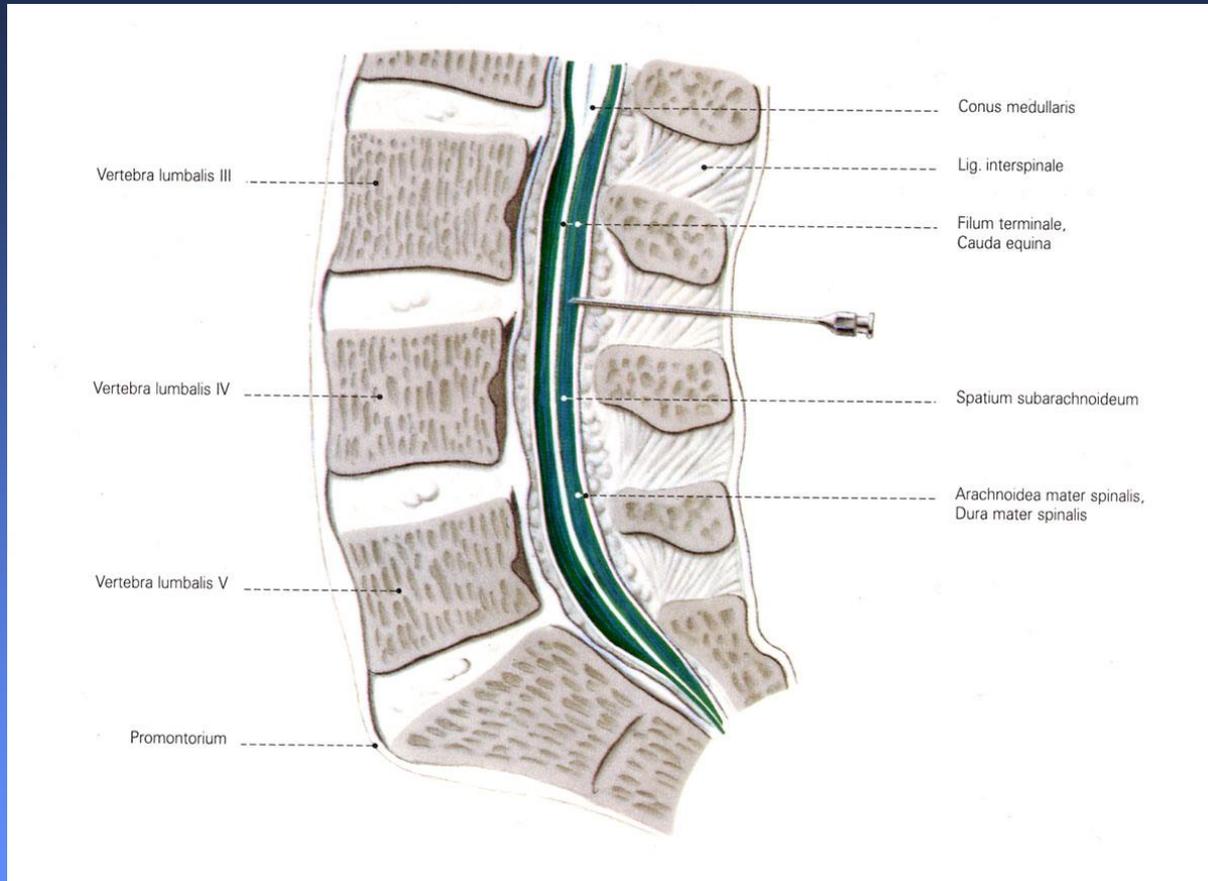
Cerebro

Médula espinal





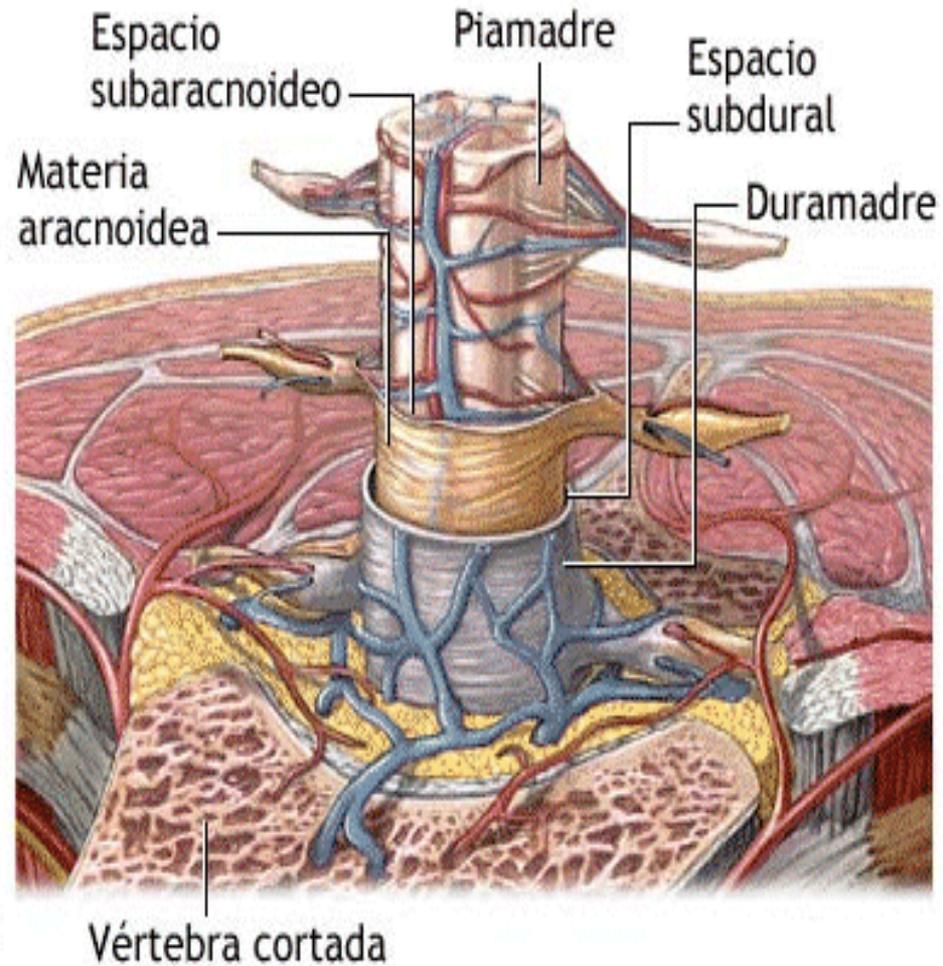
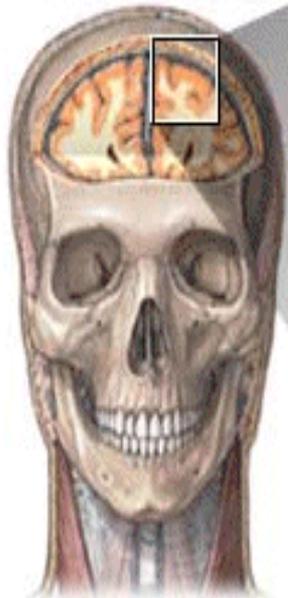
Meninges of the spinal cord



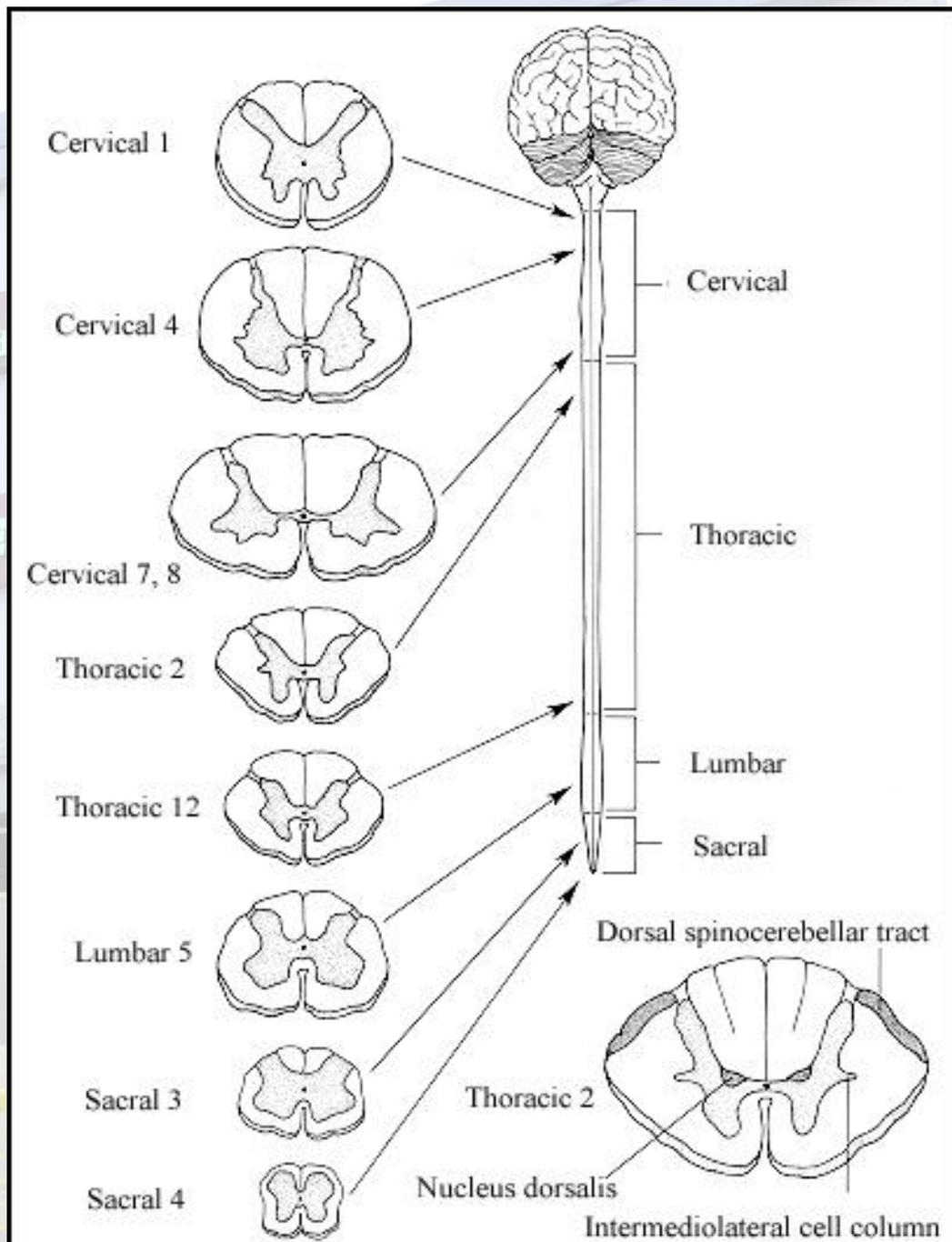
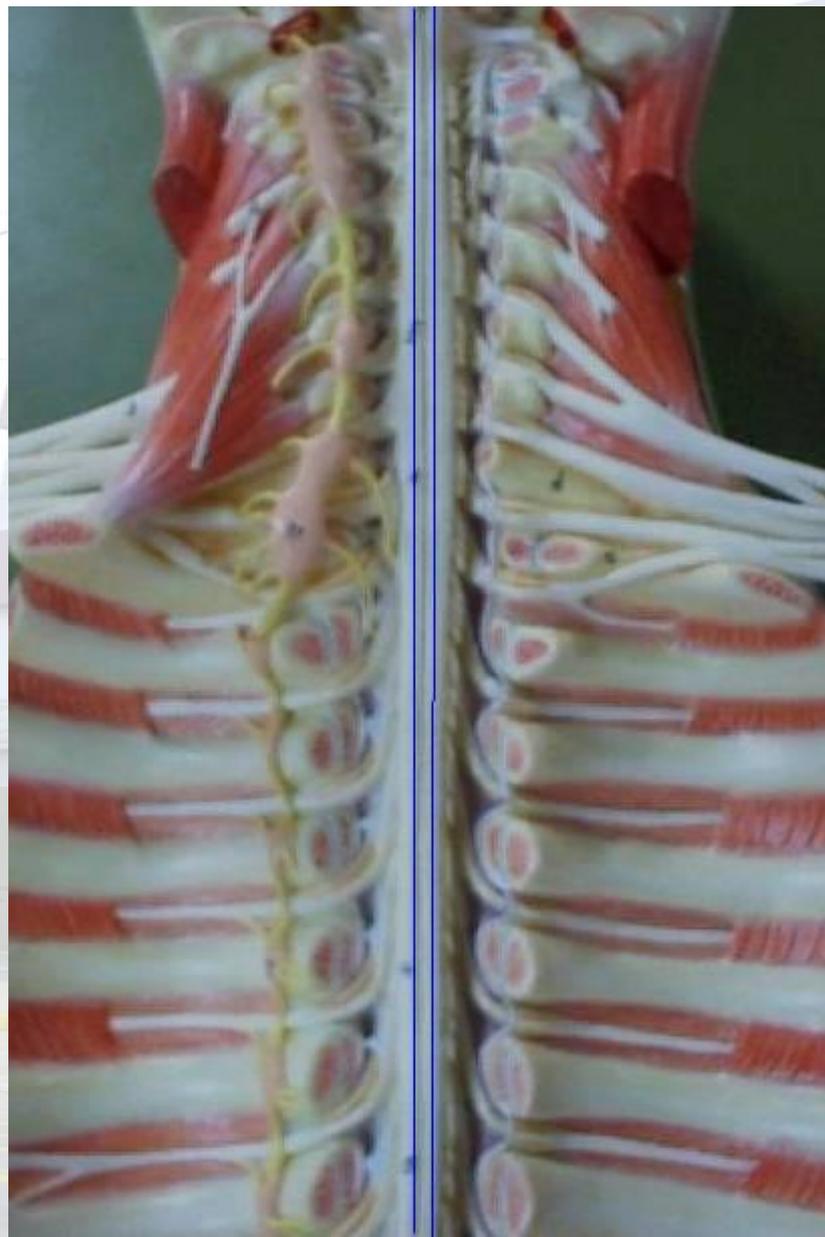
Lumbar Puncture – lumbar (terminal) cistern

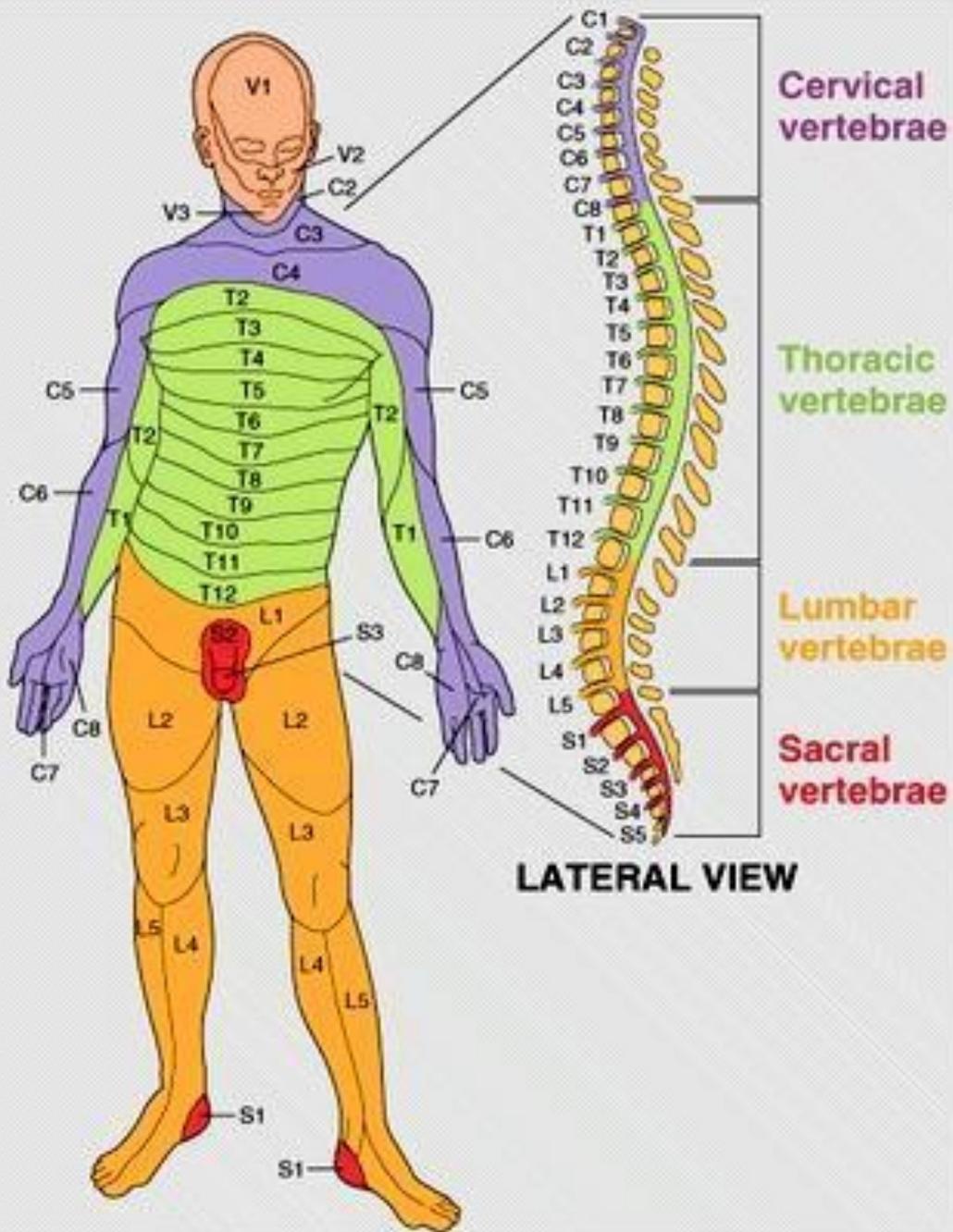
Meninges

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

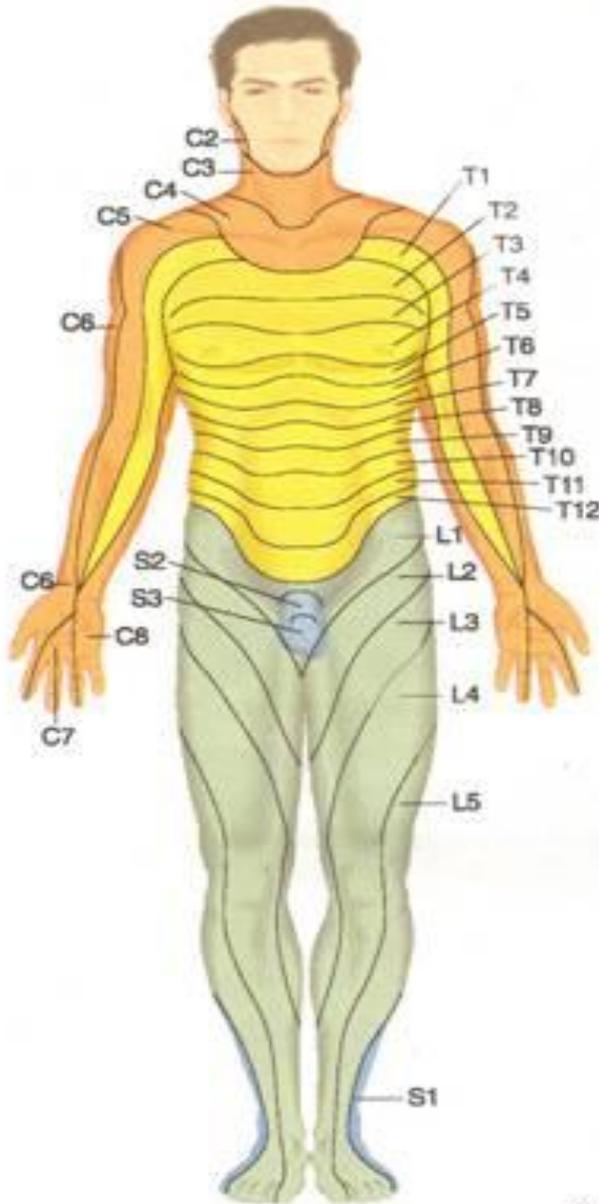


Los órganos del sistema nervioso central (cerebro y médula espinal) están cubiertos por tres capas de tejido conectivo llamadas meninges, las cuales están conformadas por la pia madre (la más cercana a las estructuras del SNC), la duramadre y la aracnoides (las más alejadas del SNC). Las meninges protegen los vasos sanguíneos y contienen líquido cefalorraquídeo. éstas son las estructuras involucradas en la meningitis, o inflamación de las meninges, que de tornarse severa puede convertirse en encefalitis, una inflamación del cerebro.





Dermatomas:



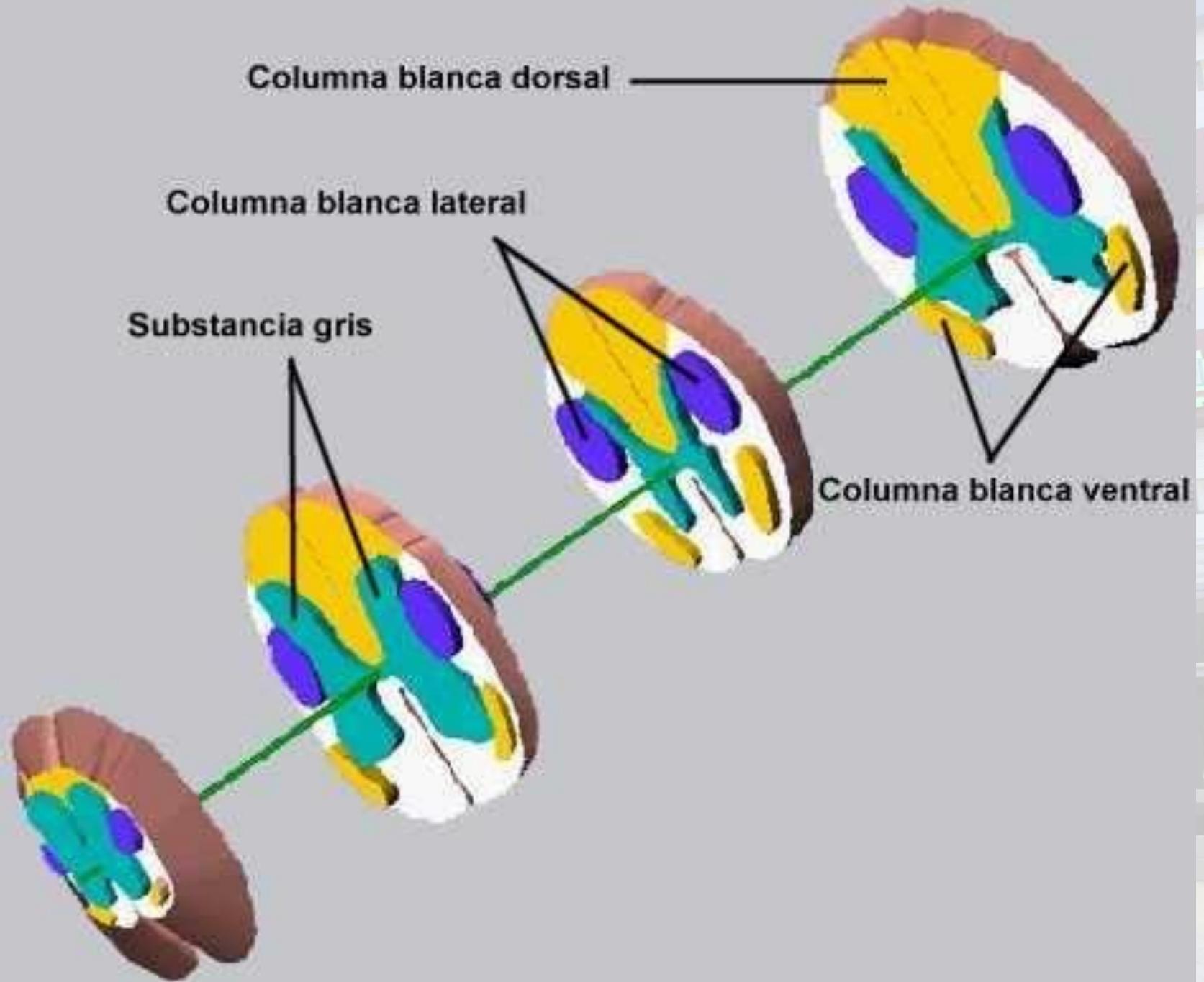
- Son campos segmentarios de la piel inervados por un nervio sensitivo.
- Uso: determinar el nivel de la lesión medular cuando se altera la sensibilidad profunda.

Columna blanca dorsal

Columna blanca lateral

Substancia gris

Columna blanca ventral



CORDON

HAZ

FUNCION

ANTERIOR

Piramidal directo
Espinotalámico anterior
Fund. restante anterior

Motor
Sensitivo
Asociación

LATERAL

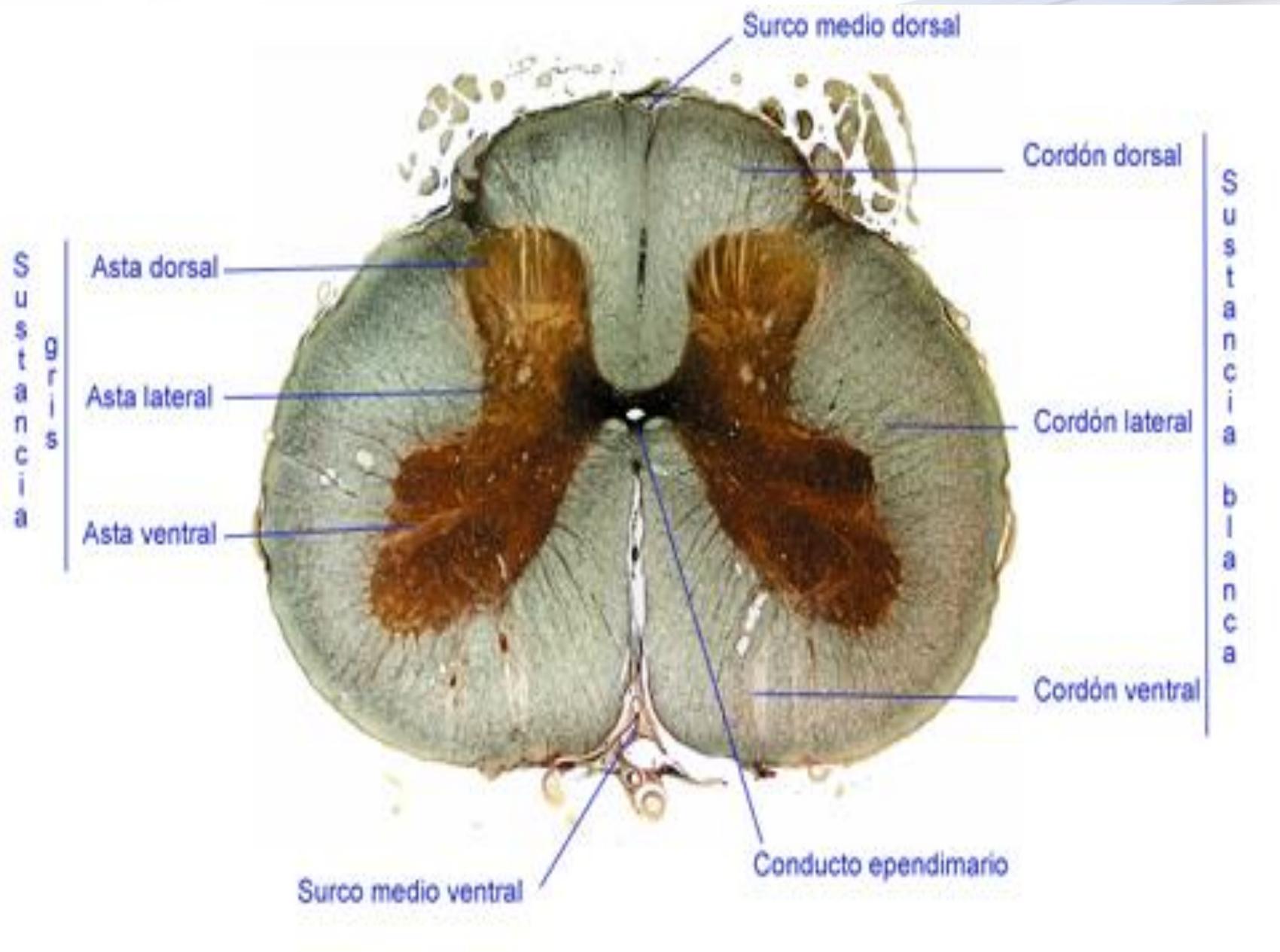
Espinocerebeloso cruzado
Espinocerebeloso directo
Espinotalámico lateral
Piramidal cruzado
Fund restante lateral
Lateral profundo

Sensitivo
Sensitivo
Sensitivo
Motor
Asociación
Asociación

POSTERIOR

De Goll
De Burdach
Central

Sensitivo
Sensitivo
Asociación

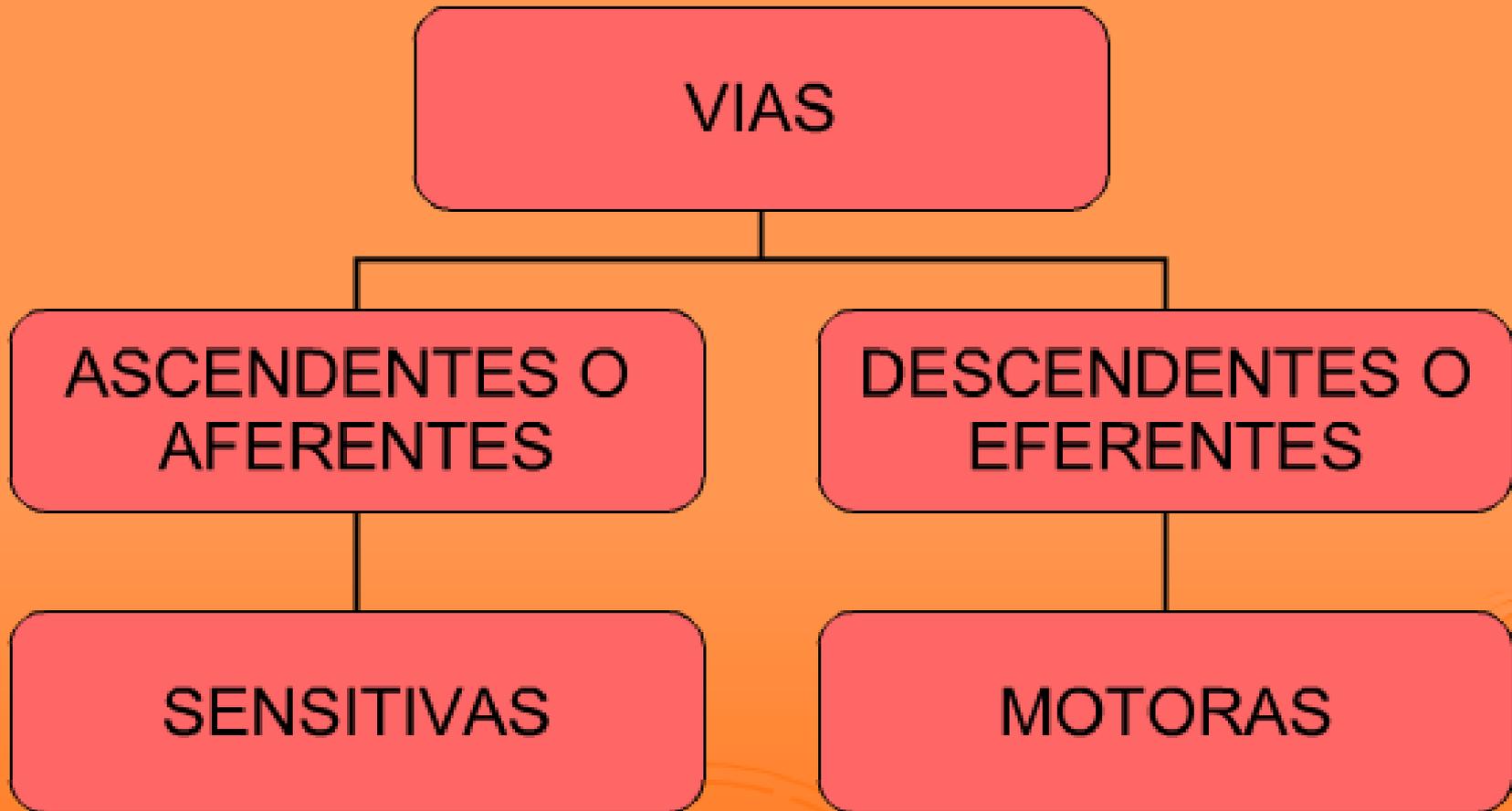


Sustancia gris

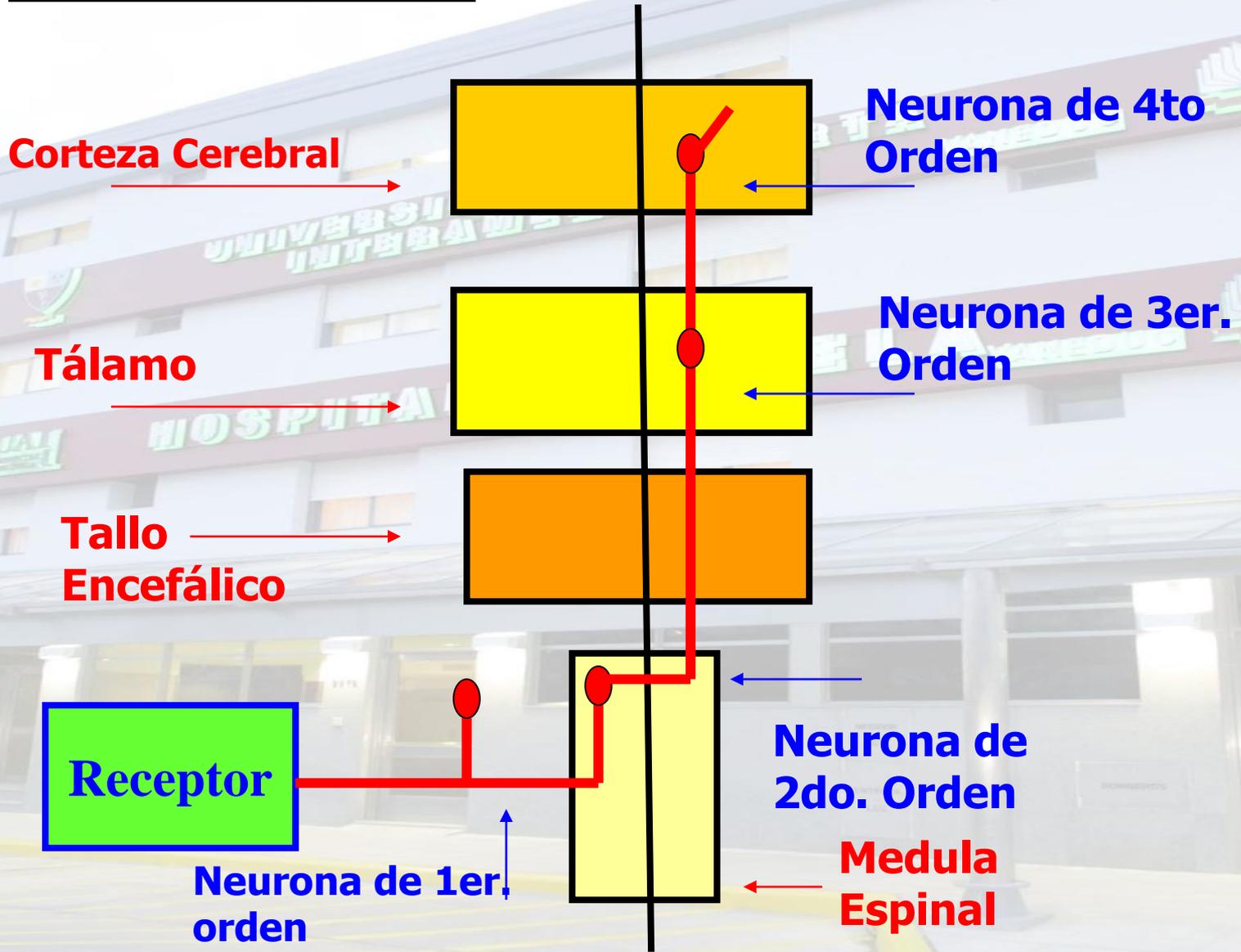
Asta dorsal: recibe axones de los ganglios dorsales a través de las raíces homónimas y contiene haces sensitivos. Comprende el *núcleo de la columna de Clarke* donde hacen sinapsis las fibras que **transmiten la sensibilidad profunda inconsciente**, la *sustancia gelatinosa de Rolando* donde hacen sinapsis las fibras que **transmiten la sensibilidad termo-algésica** y el *núcleo propio* donde **hacen sinapsis las fibras que transmiten la sensibilidad táctil protopática o tacto grosero.**

interneuronas.

Vías de Conducción



Vias Sensoriales



Mecanoreceptor	Ubicación	Función	Adaptación
C. de Paccini	Nivel Profundo de Hipodermis e intramuscular	Detecta presión y Vibración (Cambios rápidos del estímulo). Mala localización del estímulo.	Muy Rápida
Terminación libre	Debajo de Epidermis	Fibras C: Sexo, Picor calor y dolor lento. Fibras Ad: Detección de Tacto grosero, dolor rápido y frío.	Rápida y Lenta
D. de Merkel (Órgano receptor de IGGO)	Debajo de Epidermis. Piel no vellosa	Deformación mecánica continua de la piel, textura	Lenta
C. de Meissner	Papilas dérmicas. Punta de los dedos, lengua, labios. Piel no vellosa.	Tacto discriminativo, vibración de baja frecuencia, detecta movimiento de objetos en la piel. <u>Identifican textura.</u>	Rápida
T. de Ruffini	Profundos, Dermis. Piel Vellosa	Presión continua, Peso, Tacto, Rotación de articulaciones. Calor	Lenta
C. De Krauss	Superficiales Lengua y órganos sexuales	Frío	Rápida
Receptor en Diana del Folículo Piloso	Folículo Piloso	Contacto inicial de los objetos con la piel. (velocidad y dirección)	Rápida

Mecanismos de Transducción:

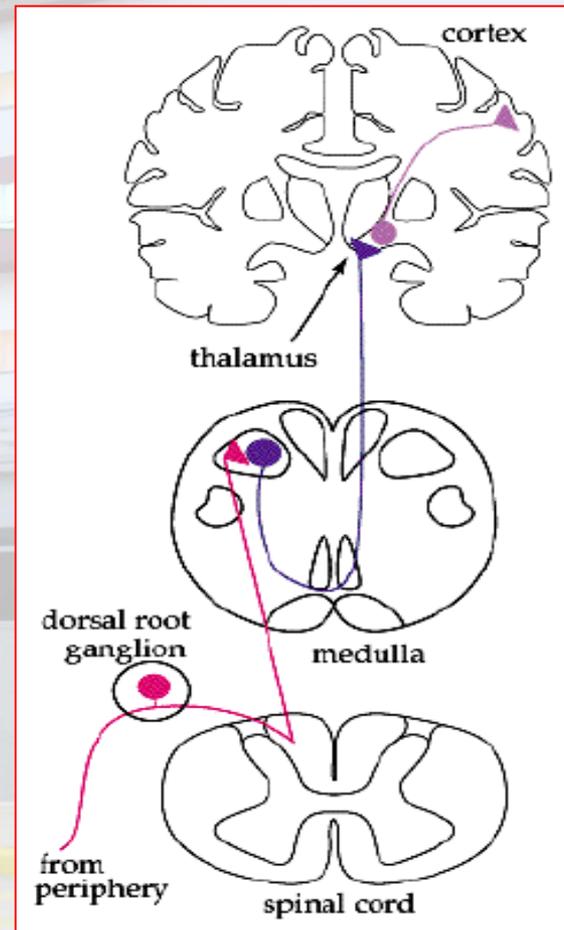
- **Mecanorreceptores:** (cóclea y terminaciones nerviosas mecanorreceptoras)
 - Deformidad mecánica del receptor, se distiende la membrana, y se abren canales de Na^+ y K^+ (canales de distensión).
- **Quimiorreceptores:**
 - Apertura de canales de K^+ (receptores de pO_2).
- **Fotorreceptores:**
 - Cierre de canales GMP_c dependientes y bloqueo de la entrada de Na^+ y Ca^{2+} .
- **Termorreceptores:**
 - Interrupción de la Bomba Na^+ / K^+ .

Modificación de la permeabilidad de la membrana del receptor, lo que permite la difusión de iones a través de la membrana, y la consiguiente modificación del potencial de membrana de reposo.

Vías Somatosensoriales:

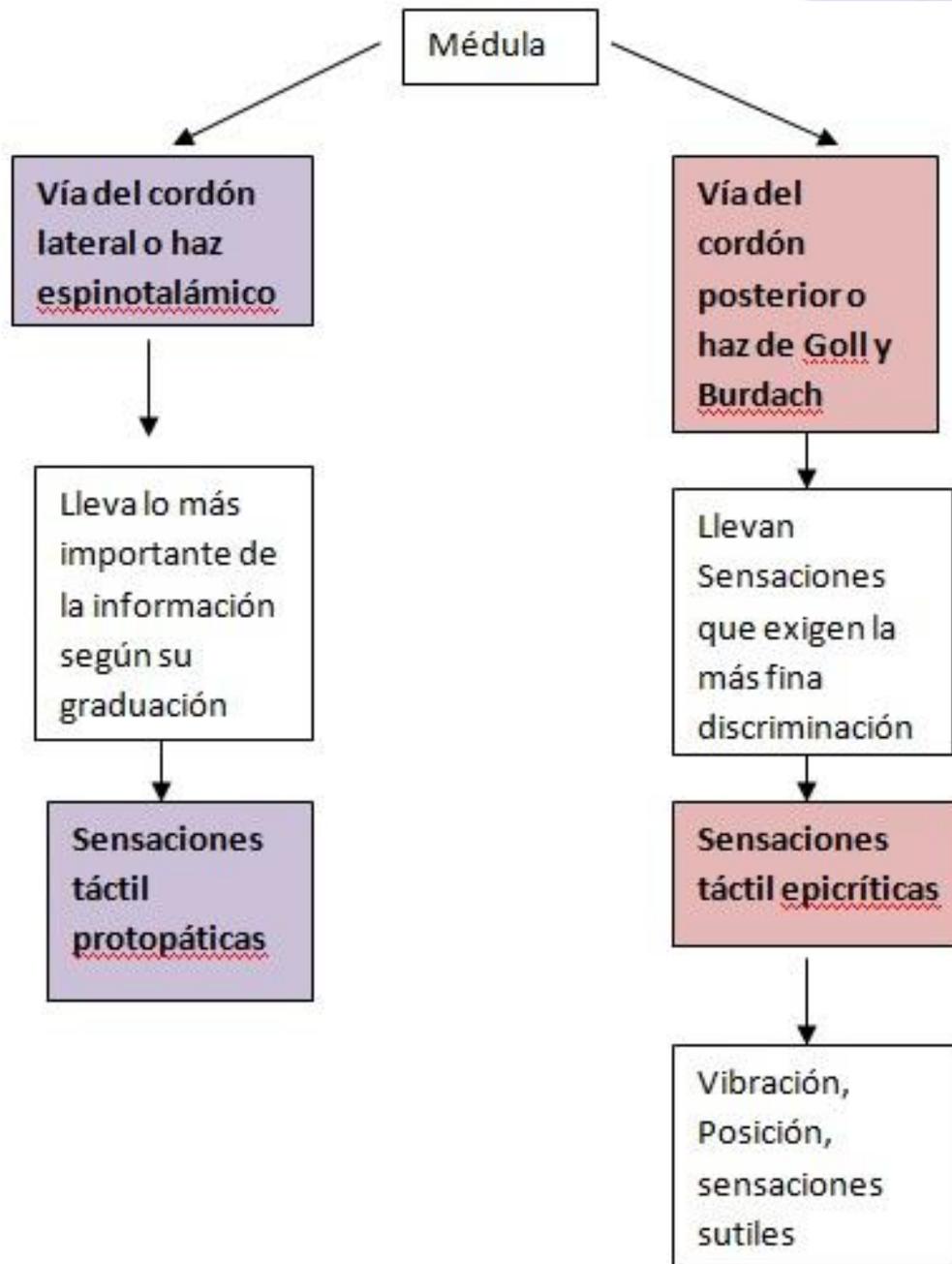
Incluye varias modalidades sensoriales que viajan por tres vías sensoriales diferentes a través del cordón espinal y llegan a zonas diferentes en corteza cerebral y cerebelosa.

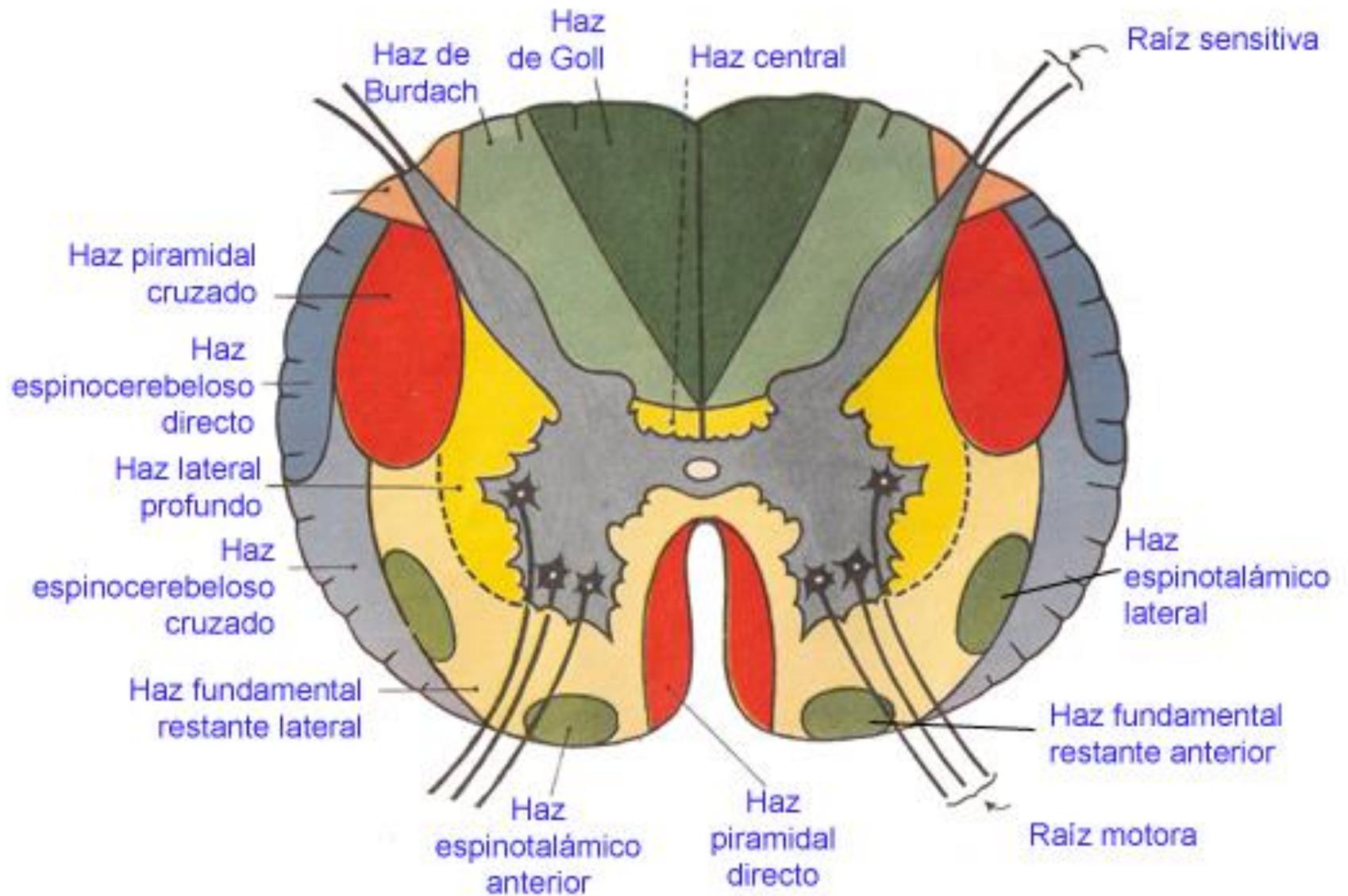
- Modalidades:
 - Sensibilidad superficial.
(Exterocepción).
 - Sensibilidad Profunda Consciente.
(Propiocepción)
 - Sensibilidad Profunda Inconsciente.
(Propiocepción)

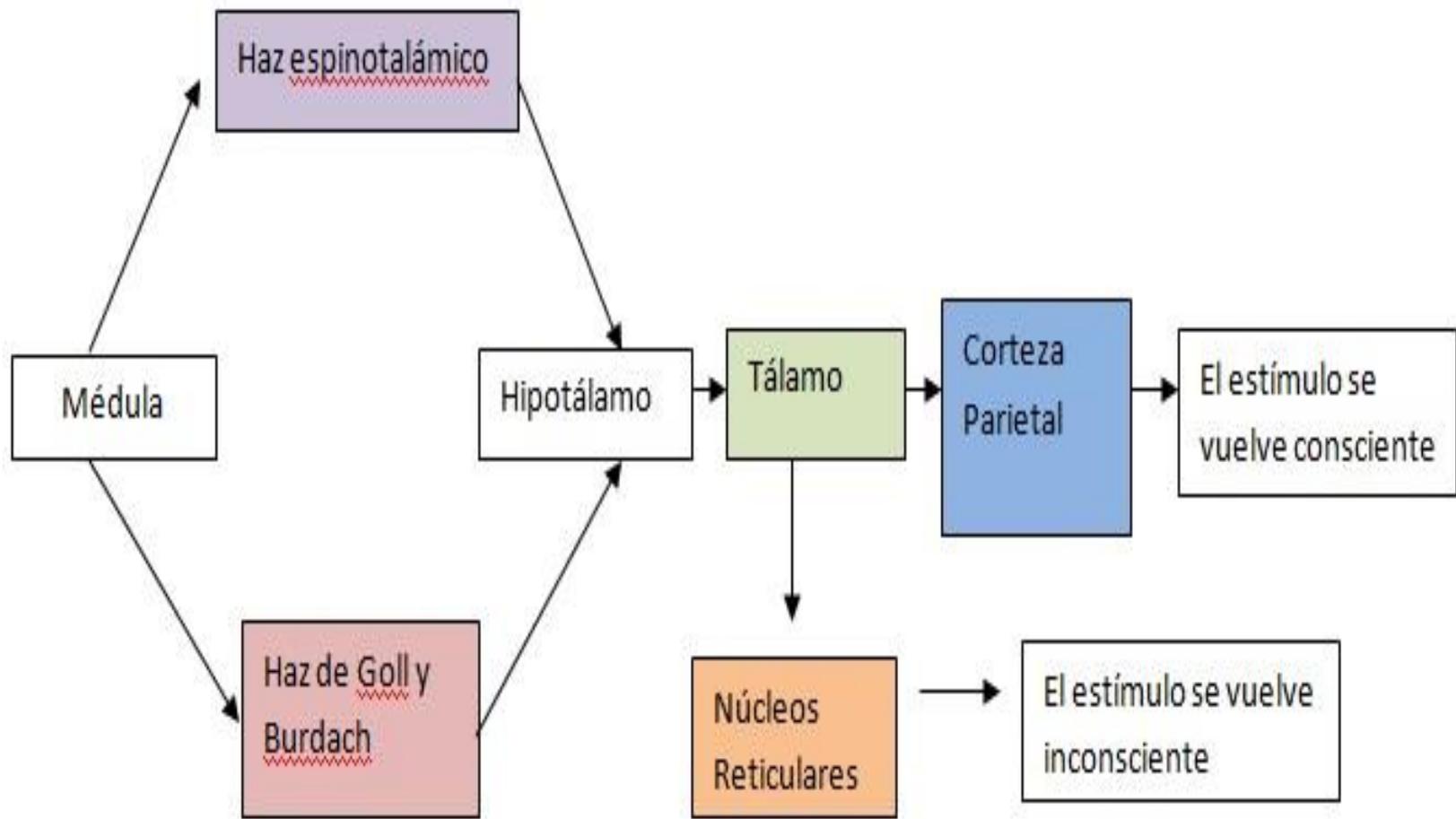


Vías Ascendentes o Sensitivas

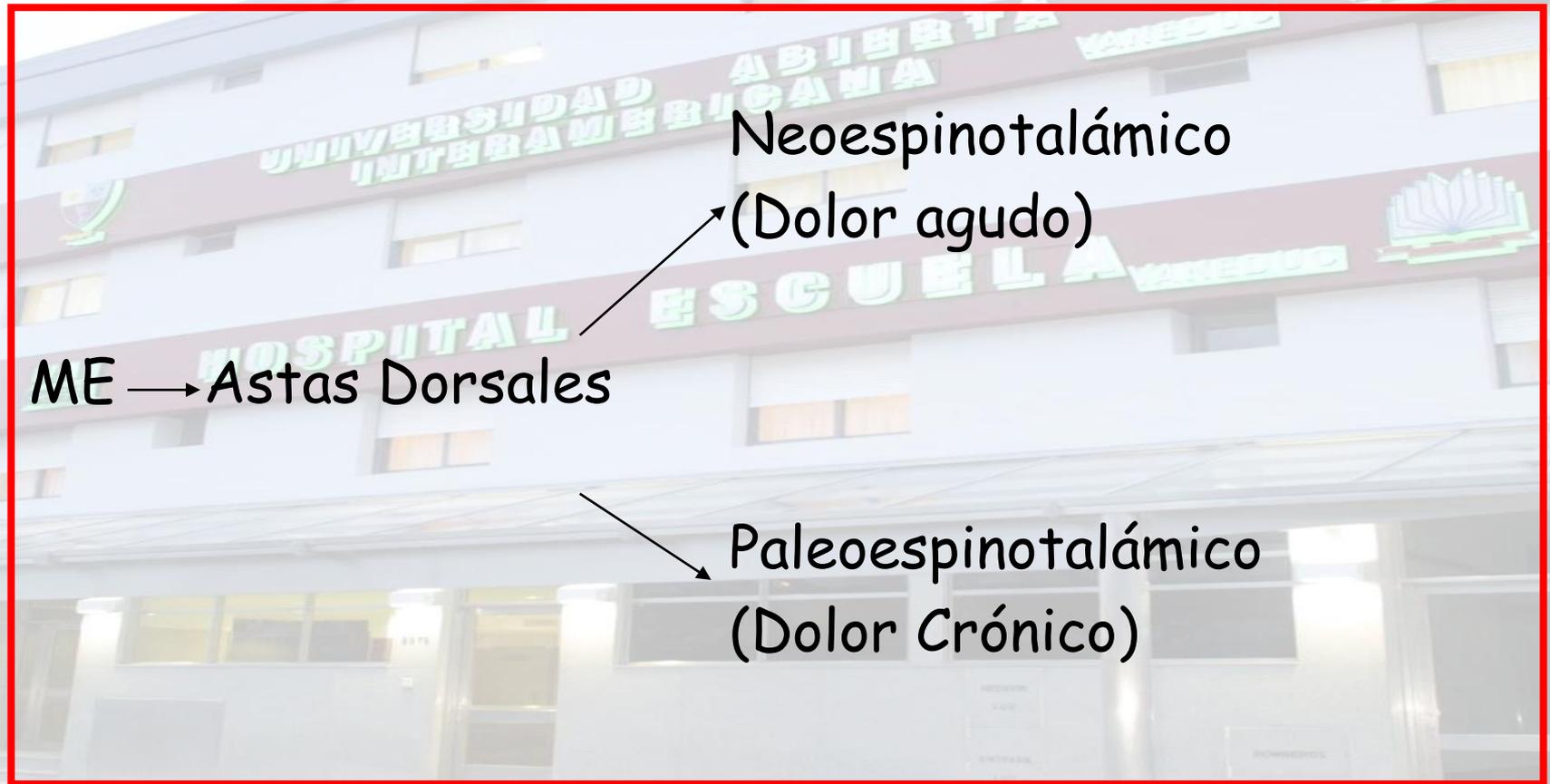
- **Columna Dorsal (Lemniscal/Goll y Burdach):**
 - Tacto discriminativo o Epicrítico.
 - Vibración.-Esterognosi-Barestesia--Barognosia-Cinestesia-Batiestesia-Estatostesia- Dolor Profundo. **Propiocepción consciente**
- **Espinotalámicos Anterior y Lateral:**
 - Lateral: Dolor y Temperatura.
 - Anterior: Tacto Protopático, Picor, Cosquilleo y Sensaciones Sexuales.
- **Espinocerebelosos:**
 - Dorsal o Posterior (Directo): Propiocepción inconsciente de extremidades inferiores.
 - Ventral o Anterior (Cruzado): Propiocepción inconsciente de tronco y extremidades superiores.

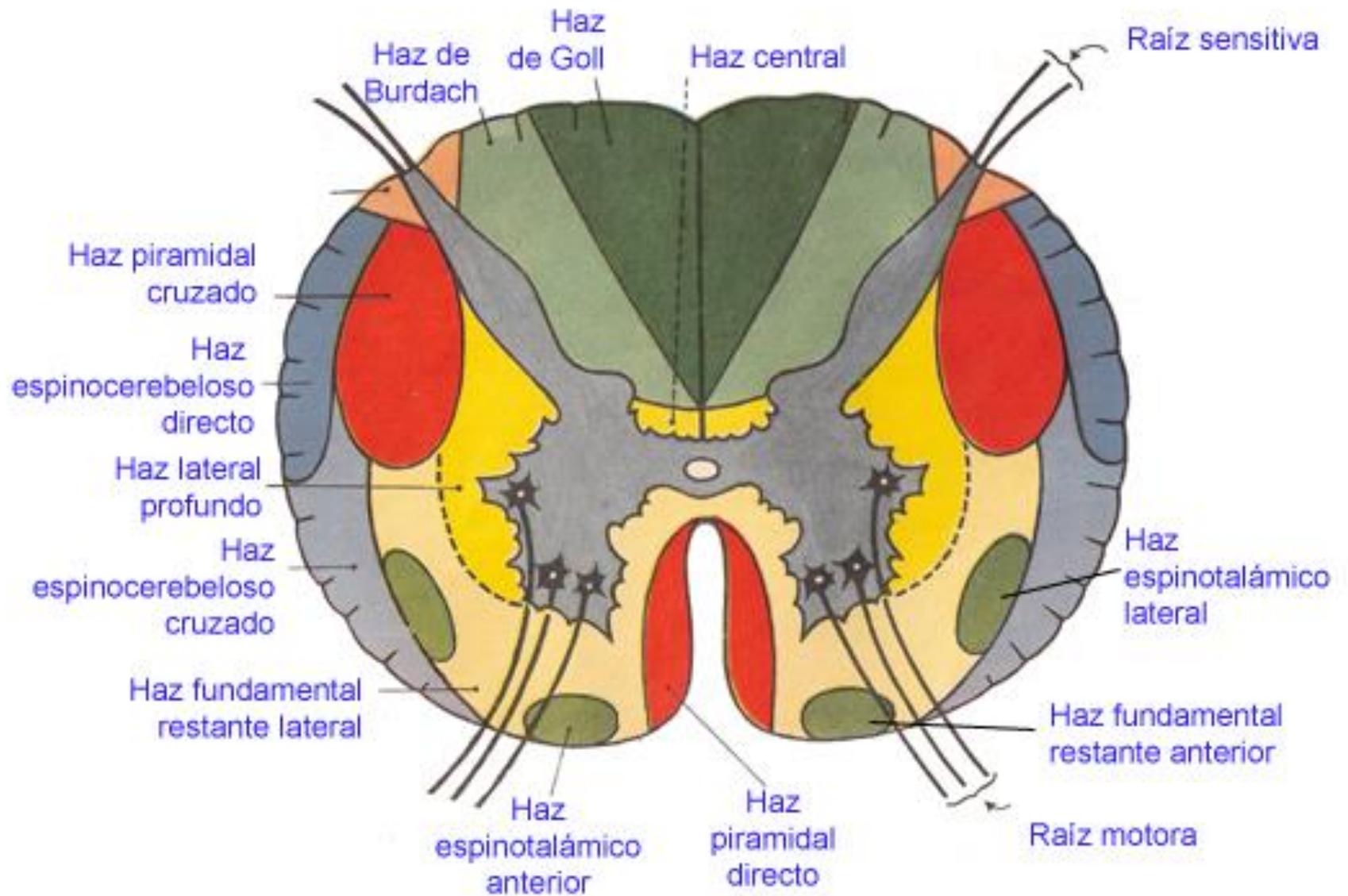




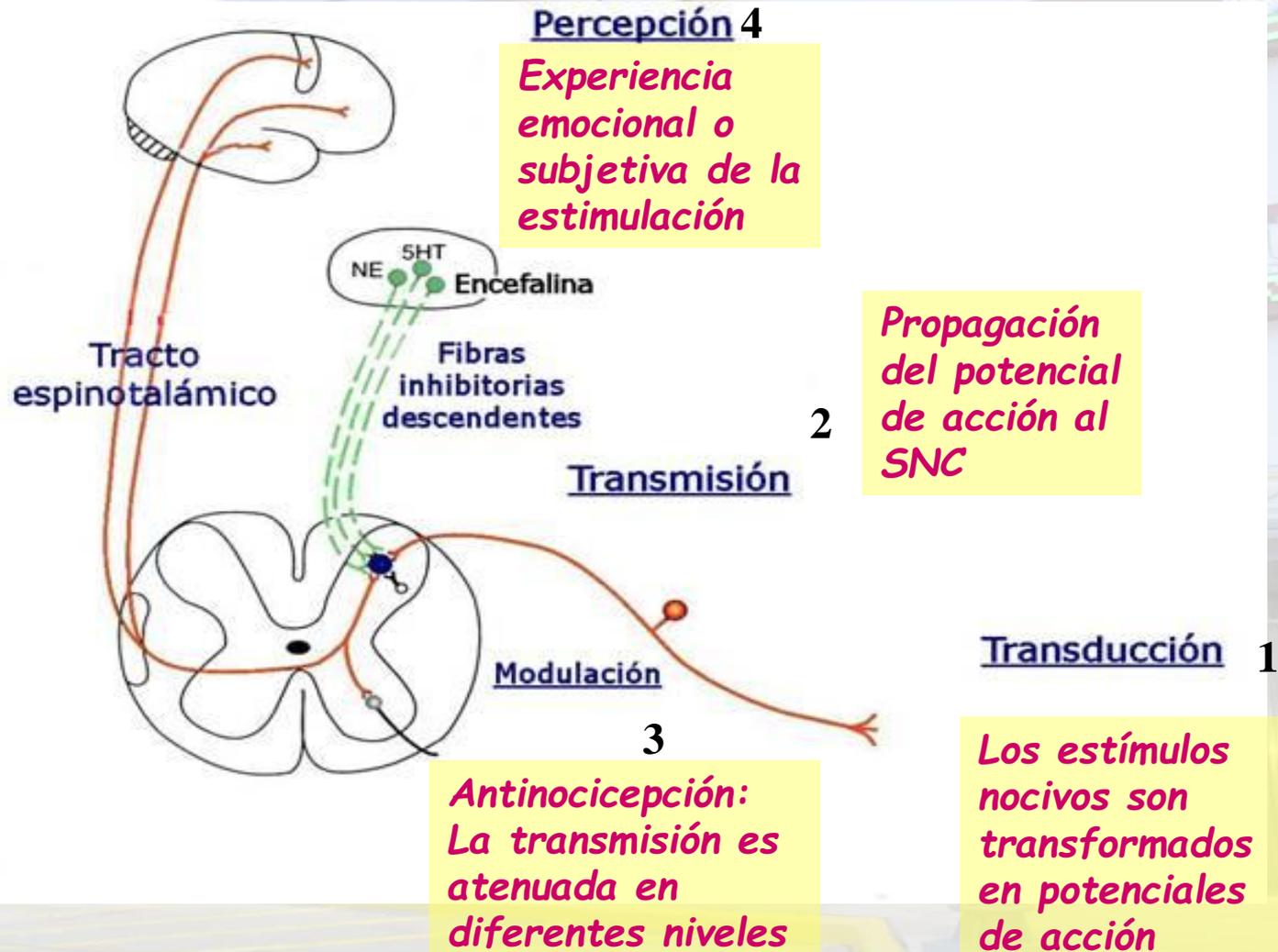


Doble vía de conducción del dolor al SNC





Fisiología del dolor: Proceso Neurofisiológico

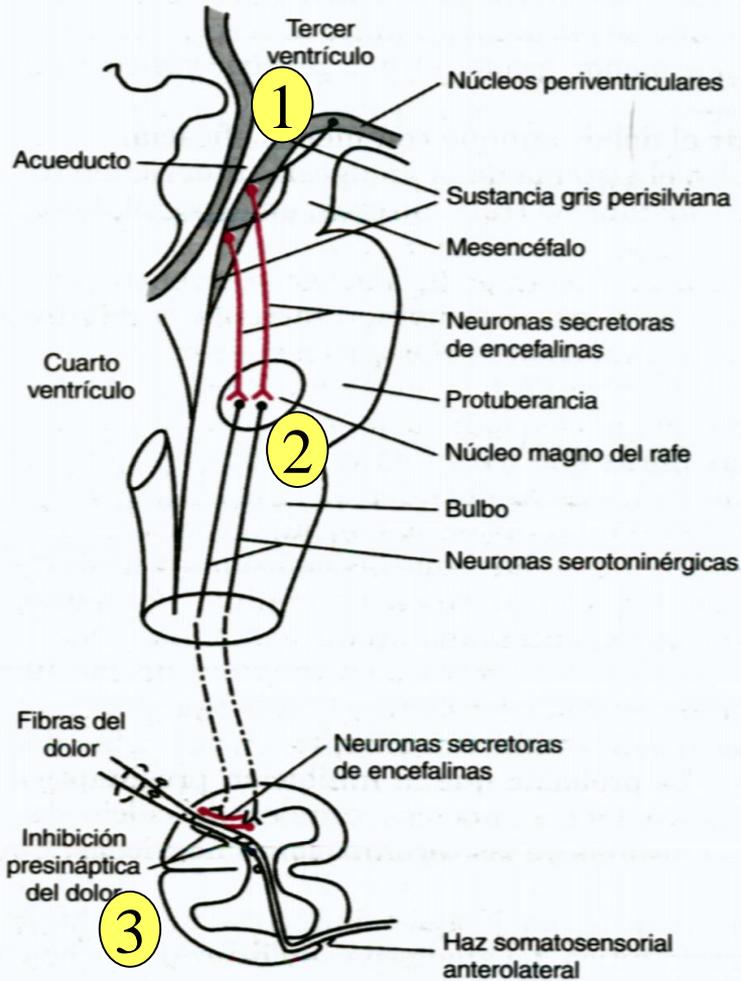


Sistema de Analgesia

- Sistema de control que suprime la entrada de impulsos dolorosos al SNC.
- Sistemas descendentes de modulación del dolor por el SNC:
 - Sistema cortical modulador directo: Stress, actividad física y sugestión.
 - Sistema modulador sub-cortical: Afecto emociones y estado de ánimo.

Encefalinas y Serotonina

Elementos del Sistema de Analgesia



- Sustancia Gris Perisilviana y áreas periventriculares de Mesencéfalo.
- Núcleo Magno del Rafe y Núcleo Reticular Paragigantocelular.
- Complejo Inhibidor del Dolor (Astras Posteriores de ME)

Encefalinas

Nucleos
periventriculares

Area gris
periacueductal

Nucleo magno del
rafe

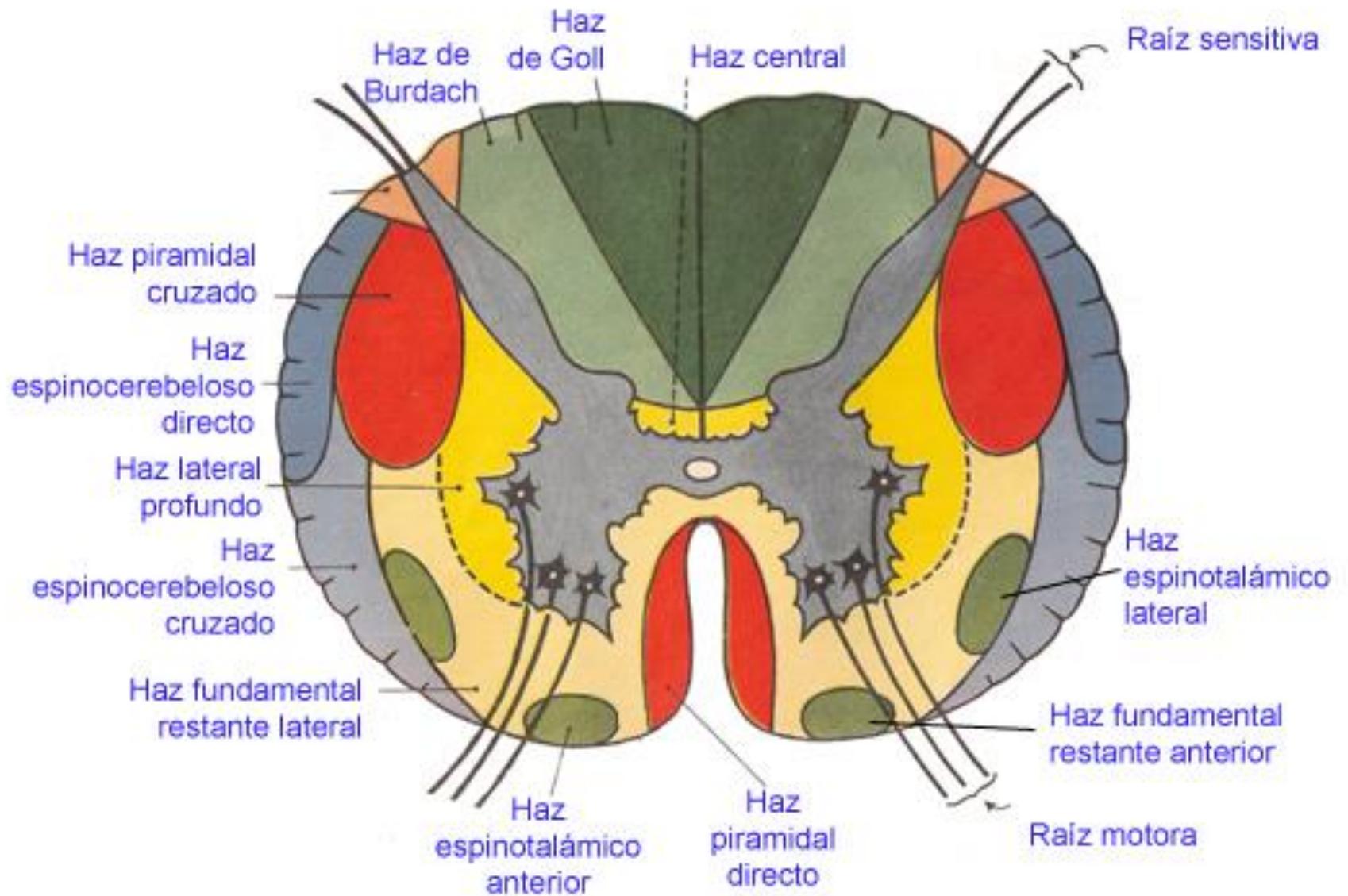
serotonina

Astas dorsales de
ME

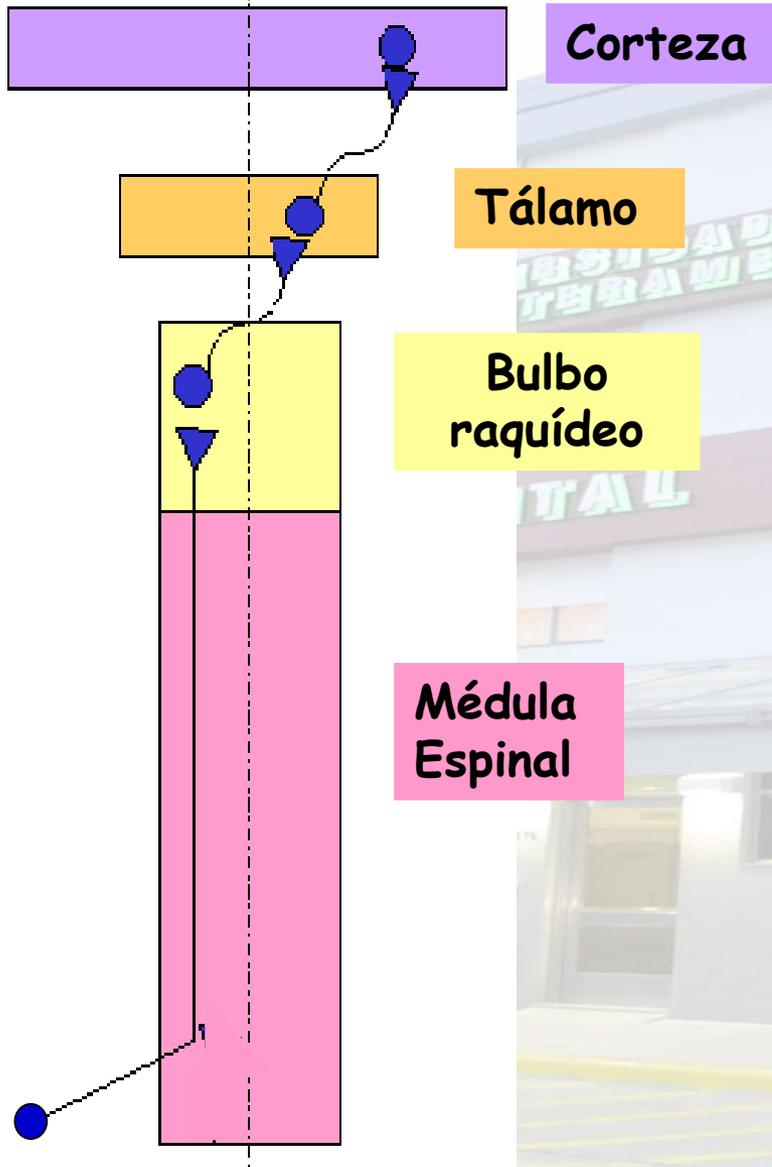
encefalinas

Inhibición Pre y
Post-sináptica

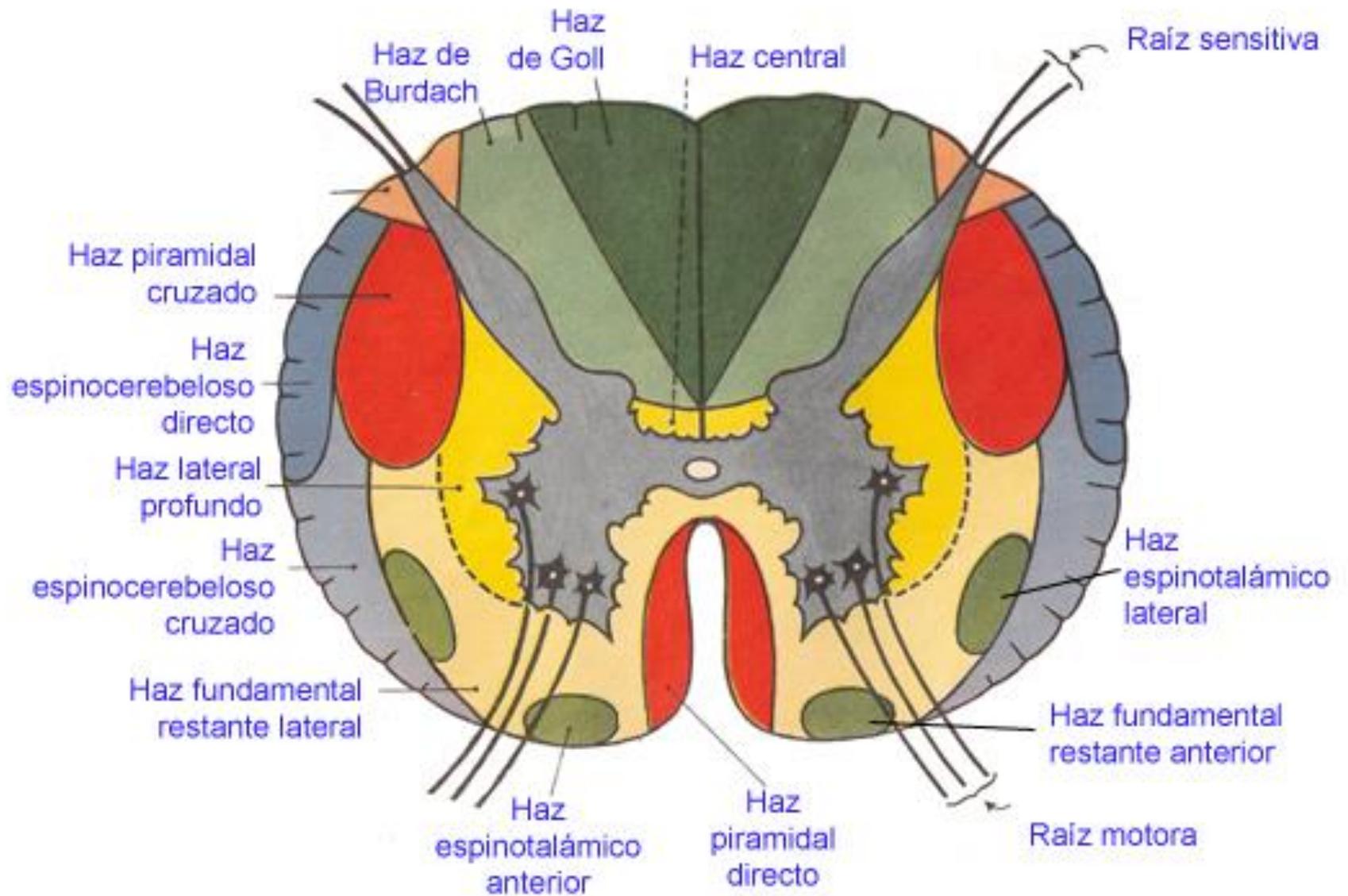
Inhibición presináptica:
Bloqueo de los canales de
 Ca^{2+}



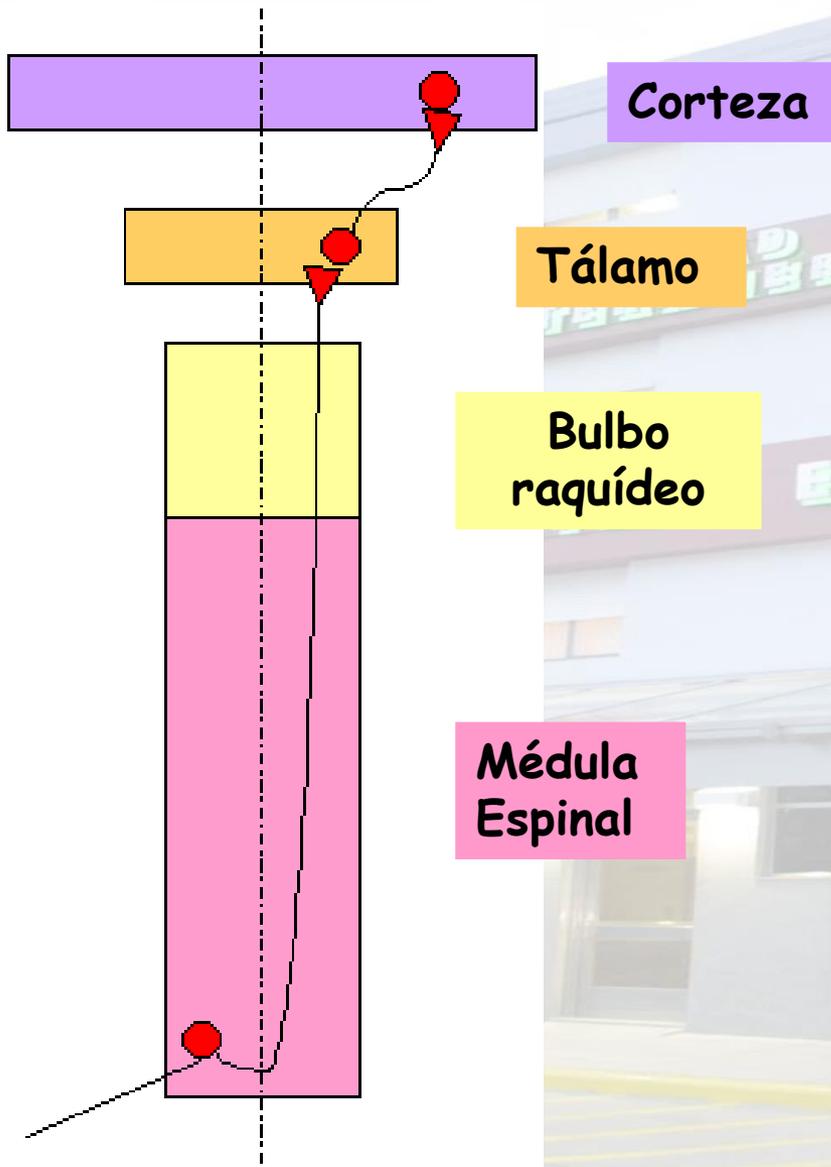
VÍA DE LA COLUMNA DORSAL O LEMNISCO MEDIAL



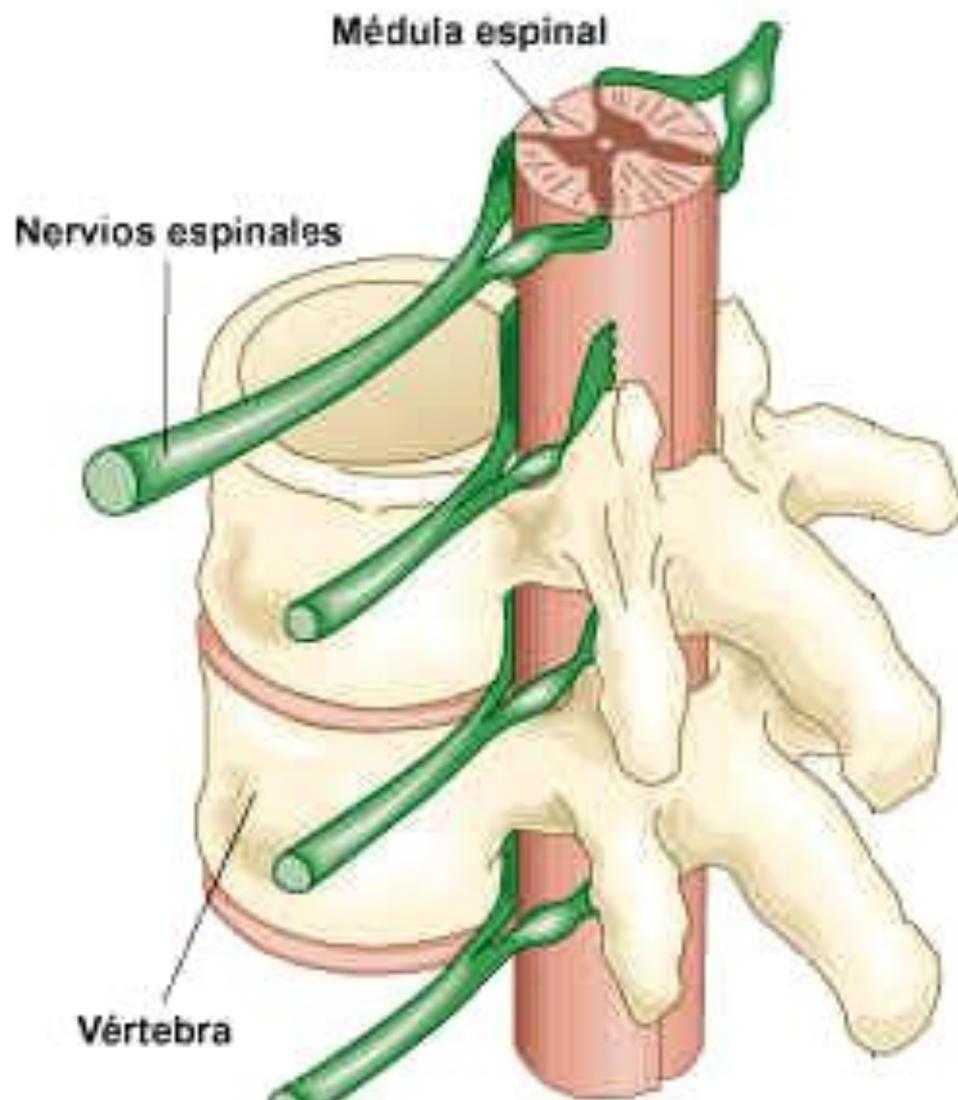
- Formado por Goll y Burdach
- Fibras nerviosas grandes mielínicas de gran velocidad
- Alto grado de orientación espacial de sus fibras nerviosas
- Sensaciones que identifican graduaciones finas de intensidad
- Sensaciones localizadas de manera definida en puntos específicos del cuerpo
- Identifica orientación de las partes del cuerpo
- Transmite con fidelidad señales repetitivas o rápidas
- Importancia del “Principio de Inhibición Lateral”
- TACTO EPICRÍTICO Y PROPIOCEPCIÓN CONSCIENTE



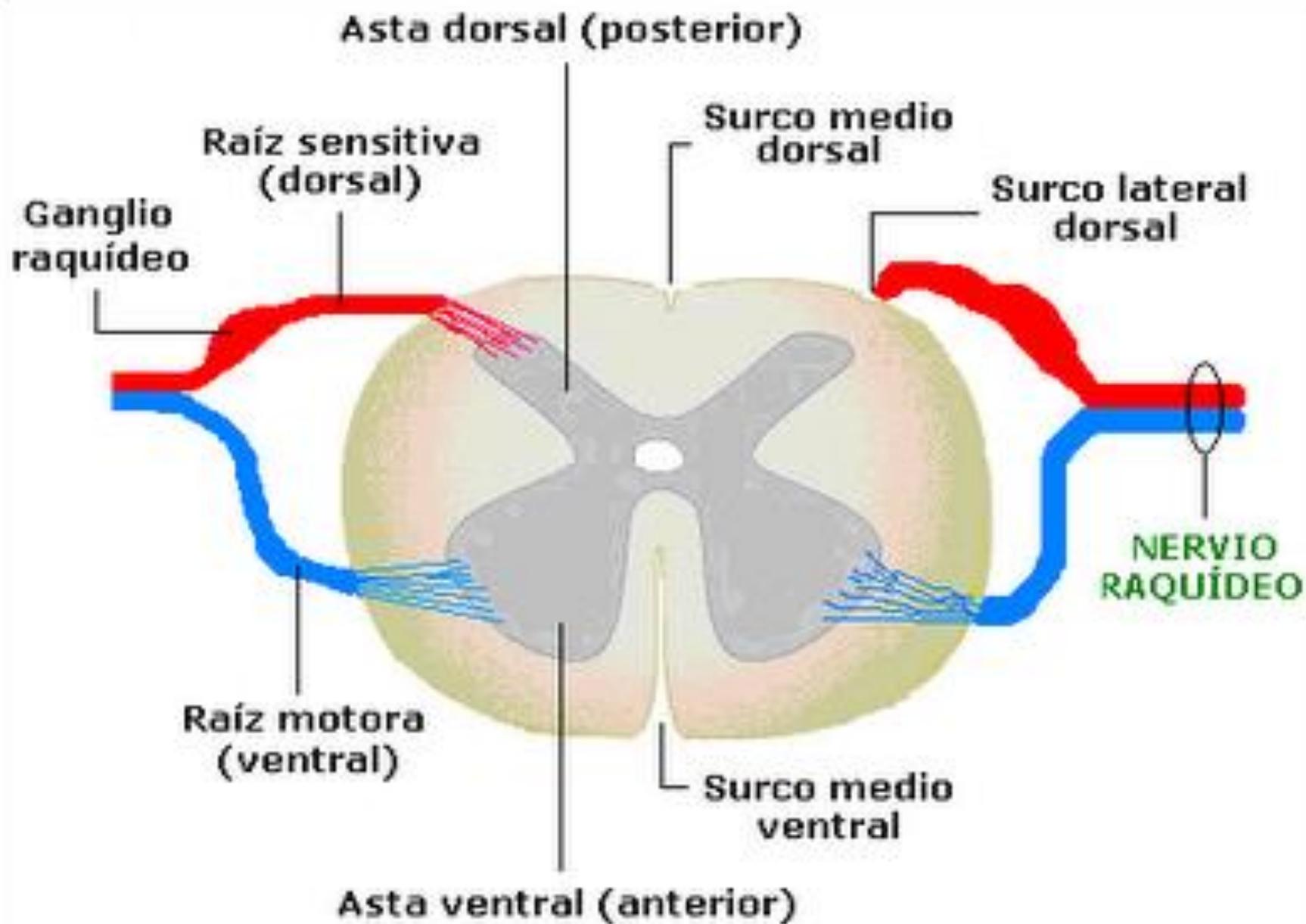
VÍA ANTEROLATERAL

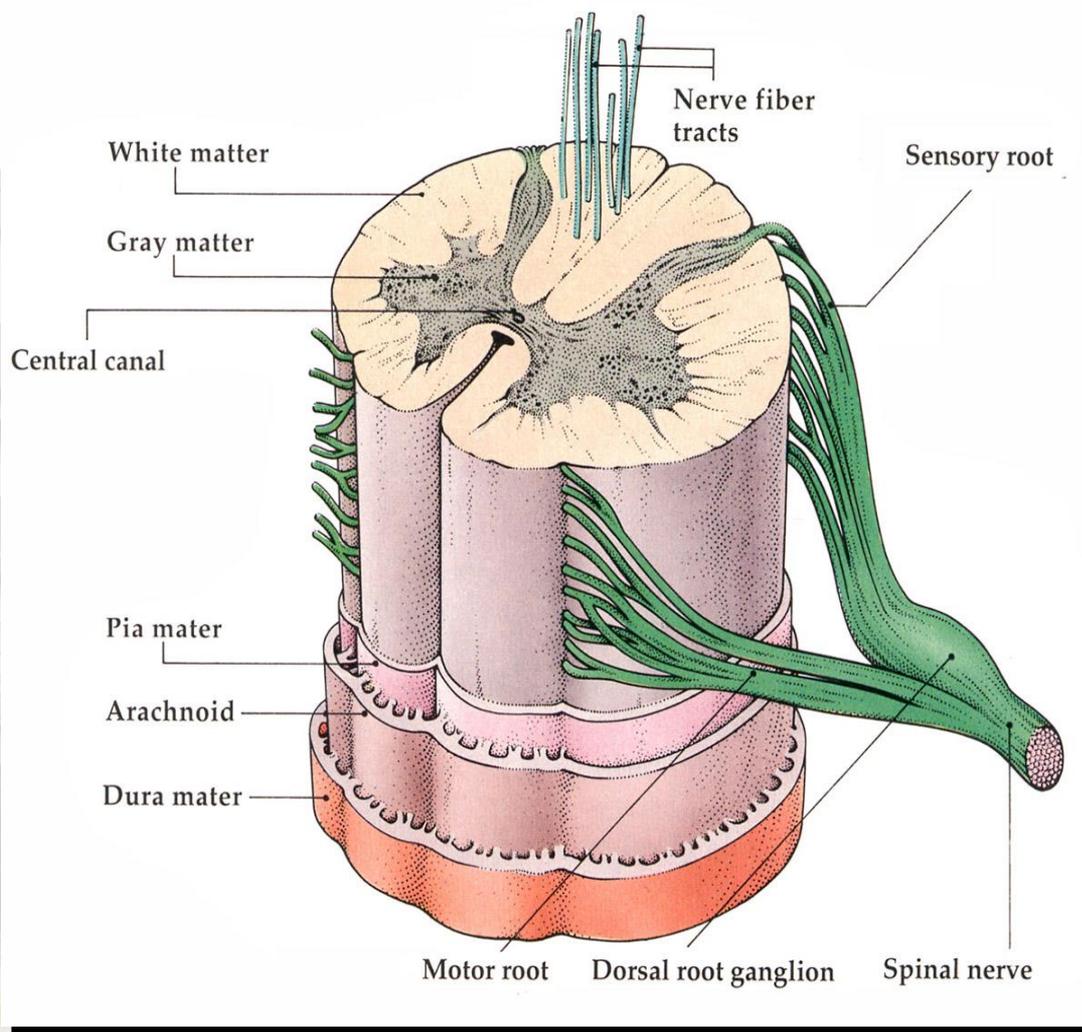


- Formado por Espinotalámico Anterior y Lateral
- Fibras nerviosas grandes mielínicas más pequeñas con menor velocidad de conducción
- Escasa orientación espacial de sus fibras nerviosas
- Escasa capacidad de transmitir graduaciones finas de intensidad
- Escasa capacidad de precisión
- Escasa capacidad para transmitir señales repetitivas o rápidas
- TACTO PROTOPÁTICO, DOLOR, TEMPERATURA, PRURITO Y COSQUILLO



Sección de la médula espinal dentro de la columna vertebral

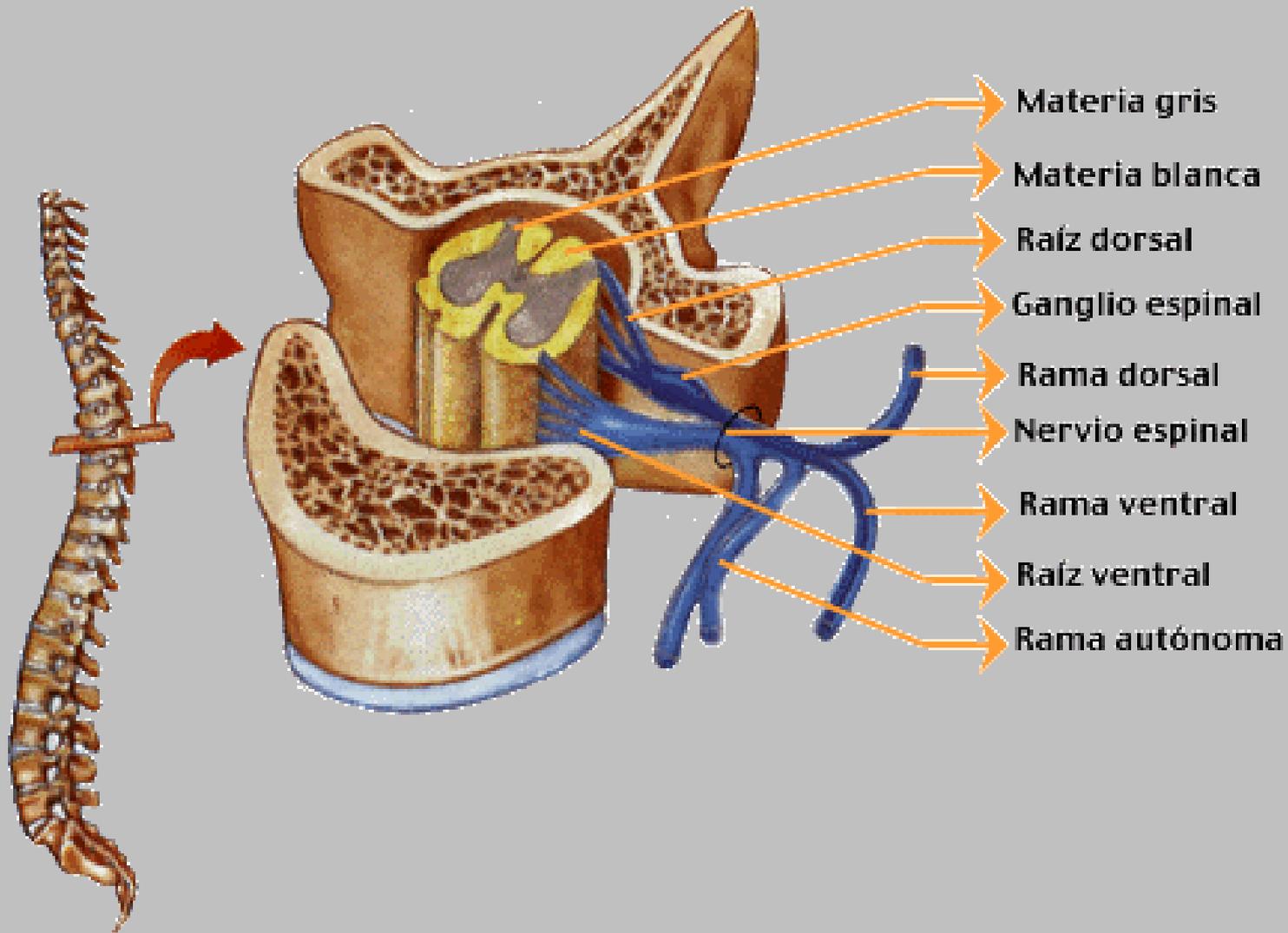




Spinal Cord

- **anterior root:**
 - motor
- **posterior root:**
 - sensory

**Law of
Bell-Magendie**



S. Nervioso Central

S. Nervioso Periférico

Médula espinal y Cerebro

Neurona sensorial

Receptor interno

Receptor externo

Interneurona

Neurona motora

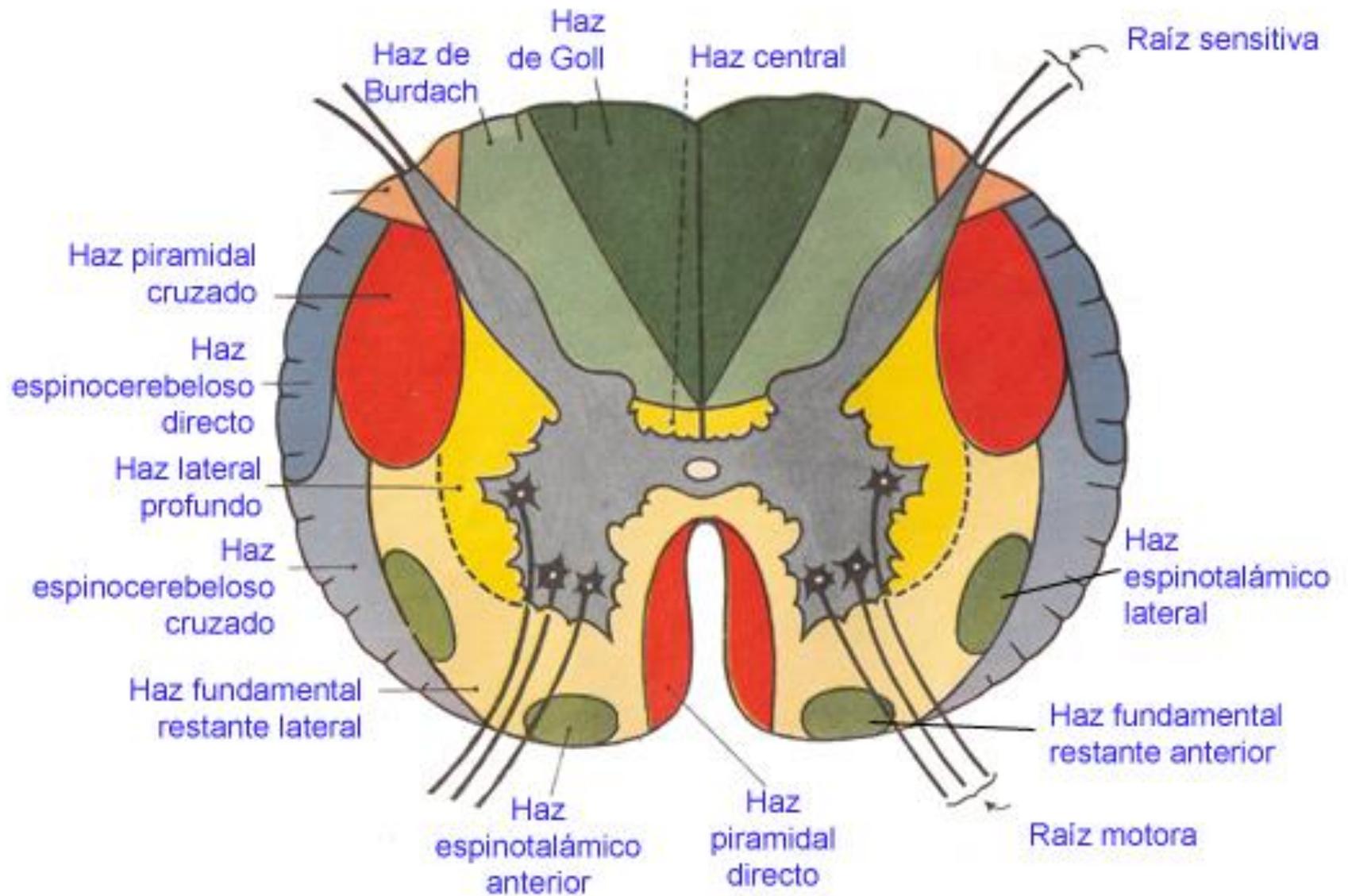
Somático

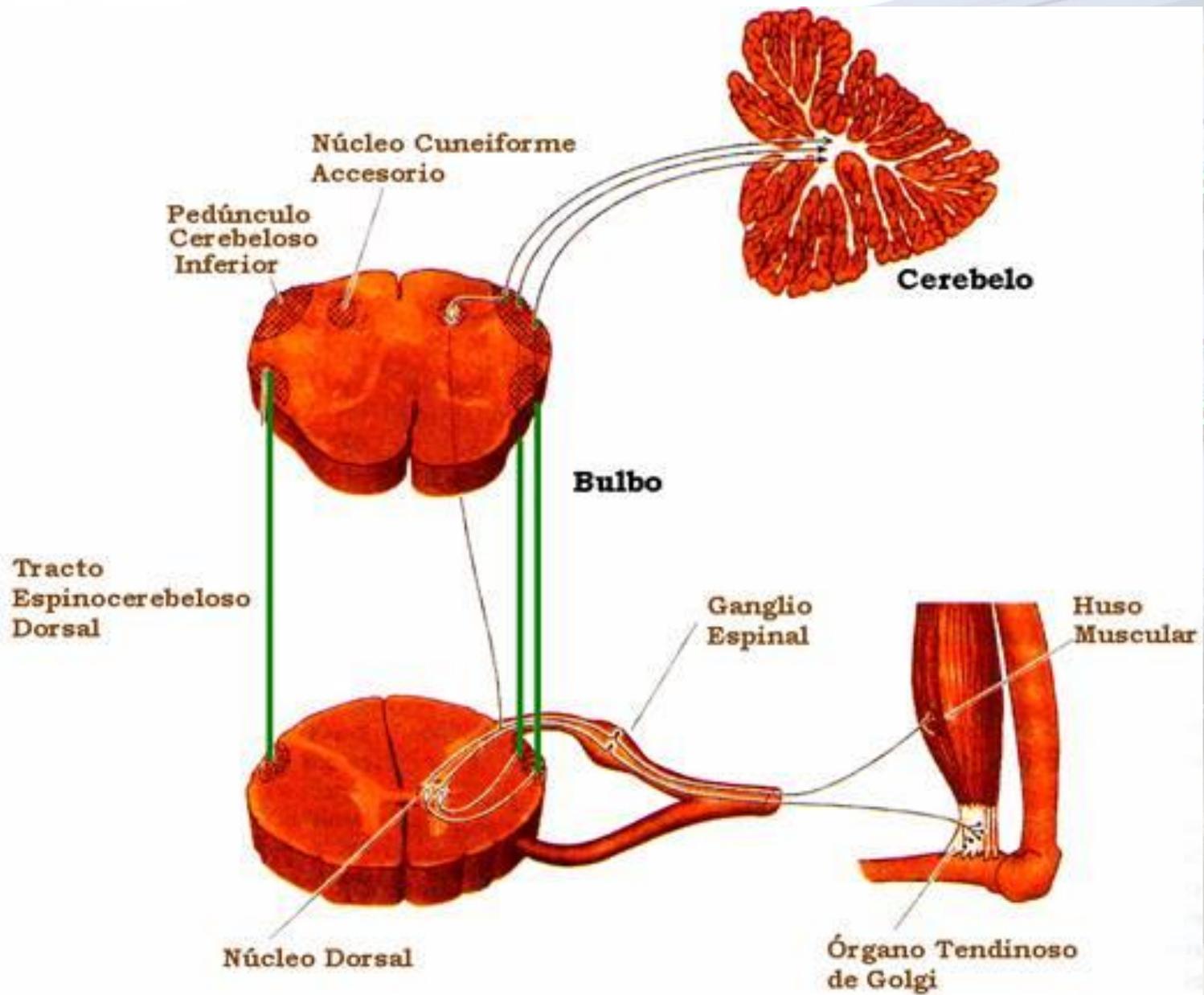
músculo esquelético

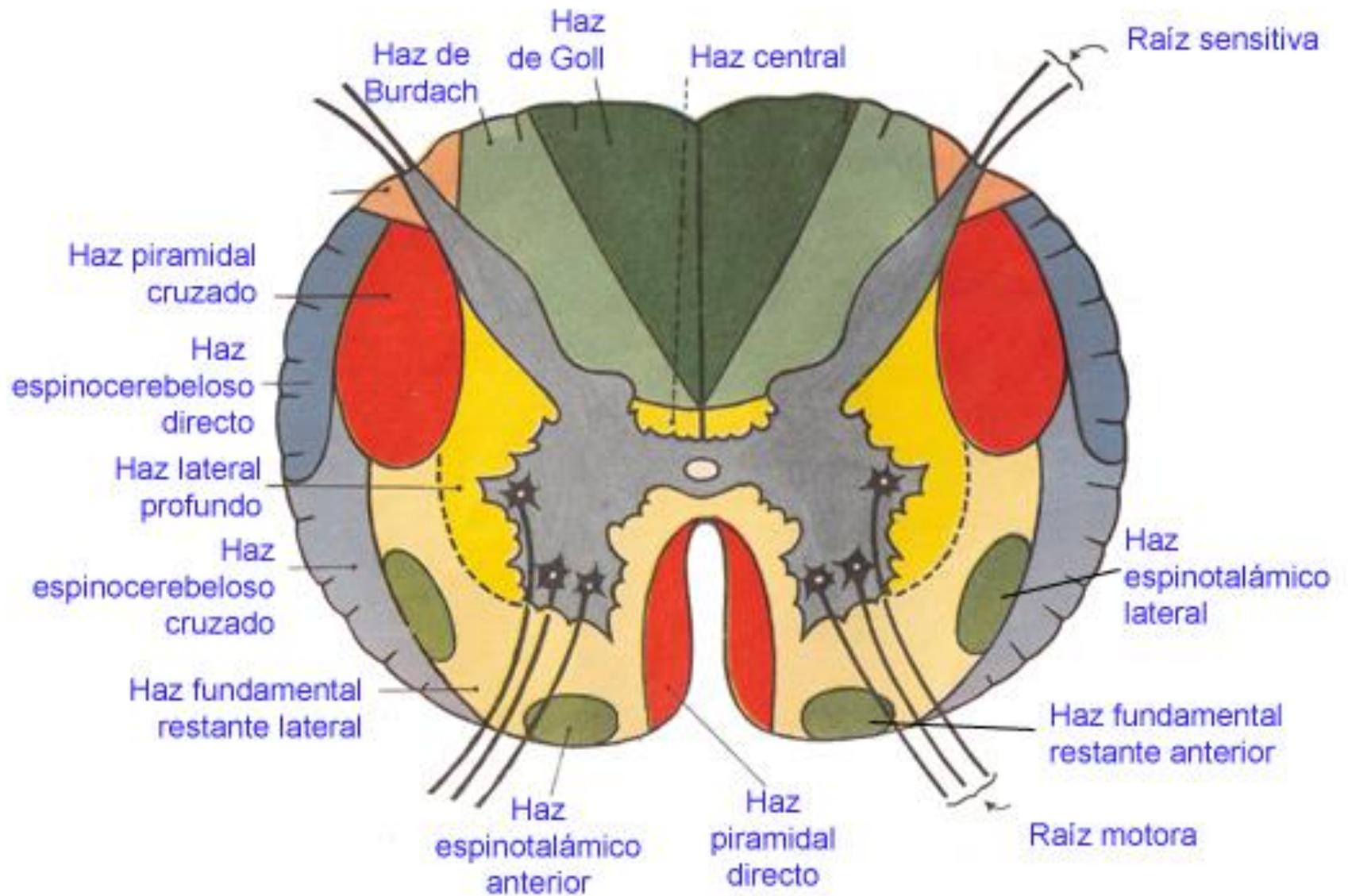
Autónomo

Músculo cardiaco
Músculo liso
Glándulas

SISTEMA NERVIOSO: SISTEMA SENSORIAL



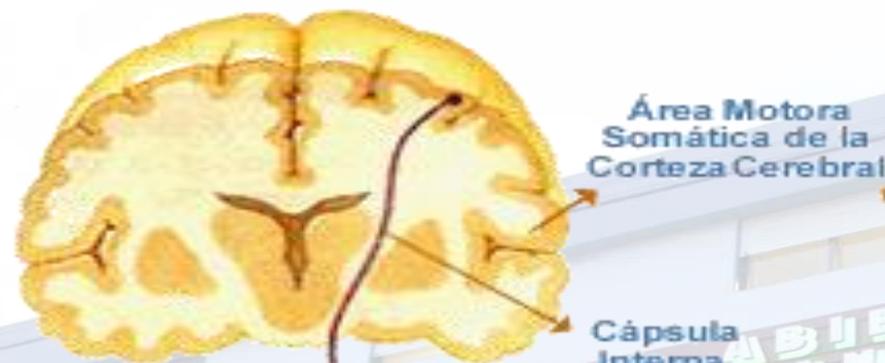




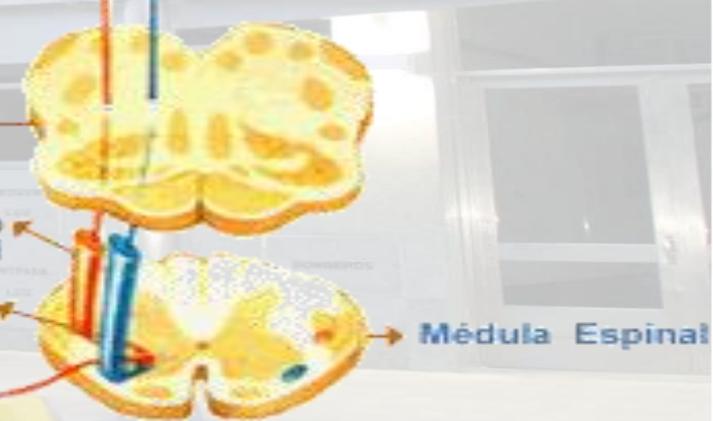
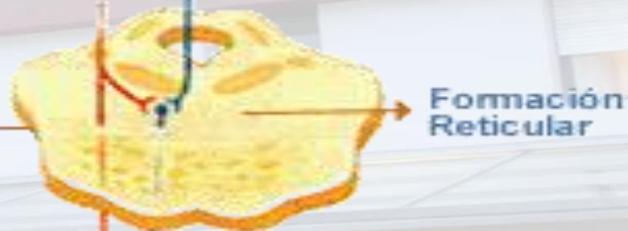
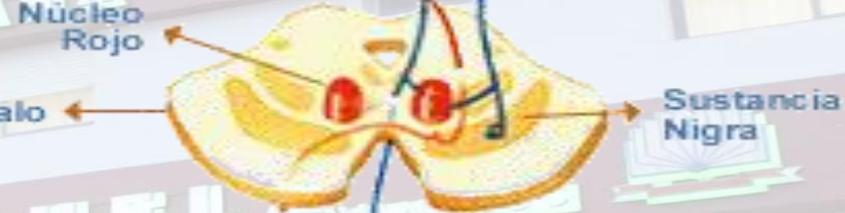
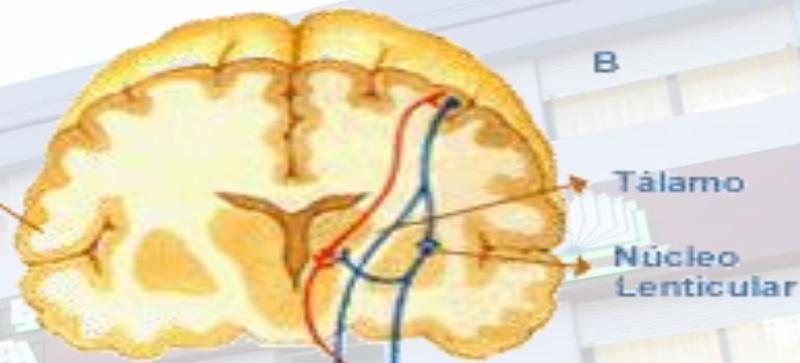
SISTEMA PIRAMIDAL O CORTICOESPINAL:

- INICIA EN EL ÁREA PRIMARIA MOTORA O ÁREA 4 DE BRODMAN LOCALIZADA EN LA CIRCUNVOLUCIÓN PREROLÁNDICA DEL LÓBULO FRONTAL.
- EL MAPEO CEREBRAL DE LA CORTEZA MOTORA CONFIGURA UNA IMAGEN DEFORME DEL CUERPO DOBLEMENTE INVERTIDA: DE ARRIBA ABAJO Y DE IZQUIERDA A DERECHA: HOMONÓCULO DE PENFIELD.
- ANTERIOR A EL ÁREA 4 SE ENCUENTRA EL ÁREA 6 O CORTEZA PREMOTORA, O ÁREA MOTORA COMPLEMENTARIA.

A



B



*Spinal Cord
Syndrome*

*Amyotrophic
Lateral Sclerosis
(ALS)*

*Lou Gherig's
Disease*

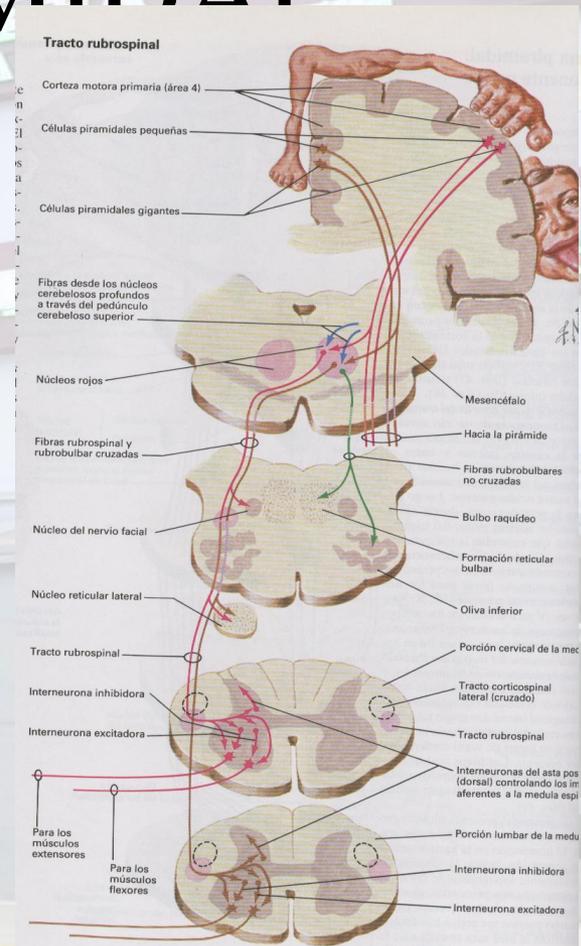


Stephen Hawking (1942-)

British Physicist, *A Brief History of Time*

SISTEMA EXTRAPIRAMIDAL.

- LOS PRINCIPALES COMPONENTES DE ESTE SISTEMA SON:
- CUERPO ESTRIADO.
- GLOBUS PALLIDUS.
- EL NÚCLEO SUBTALÁMICO.
- LA ZONA INCERTA.
- EL NÚCLEO PRERRUBRAL.
- EL NÚCLEO ROJO.
- LA SUBSTANCIA NIGRA.



SISTEMA EXTRAPIRAMIDAL:

- FUNCIONES:
- CONTROL DE LOS MOVIMIENTOS VOLUNTARIOS. PRINCIPALMENTE ADECUACIÓN DEL TONO MUSCULAR.
- EJECUCIÓN DE LOS MOVIMIENTOS INVOLUNTARIOS:

MOVIMIENTOS ATETÓSICOS.

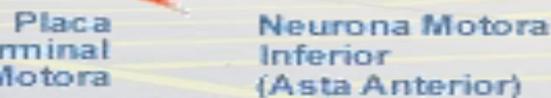
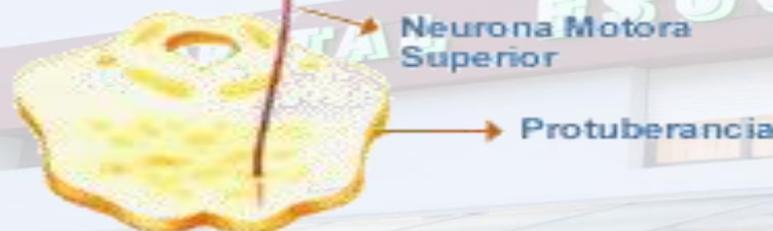
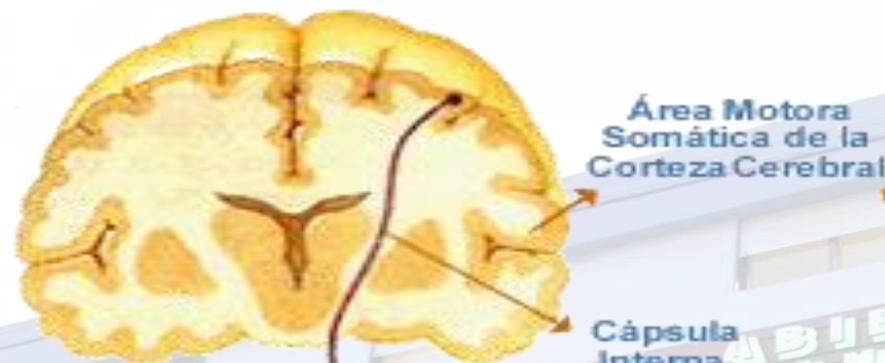
MOVIMIENTOS COREICOS.

HEMIBALISMO.

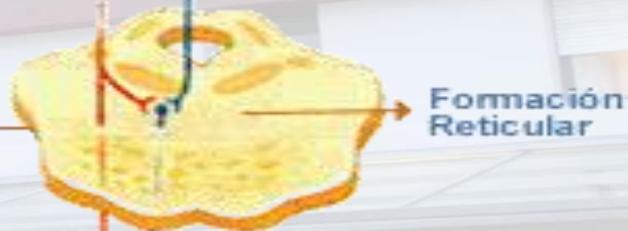
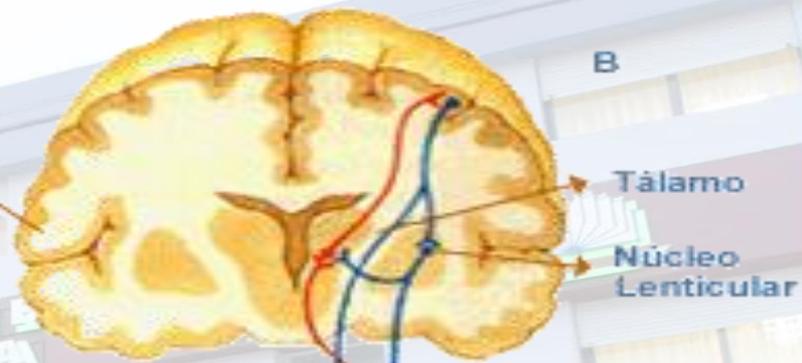
DISTONÍAS.

TEMBLOR.

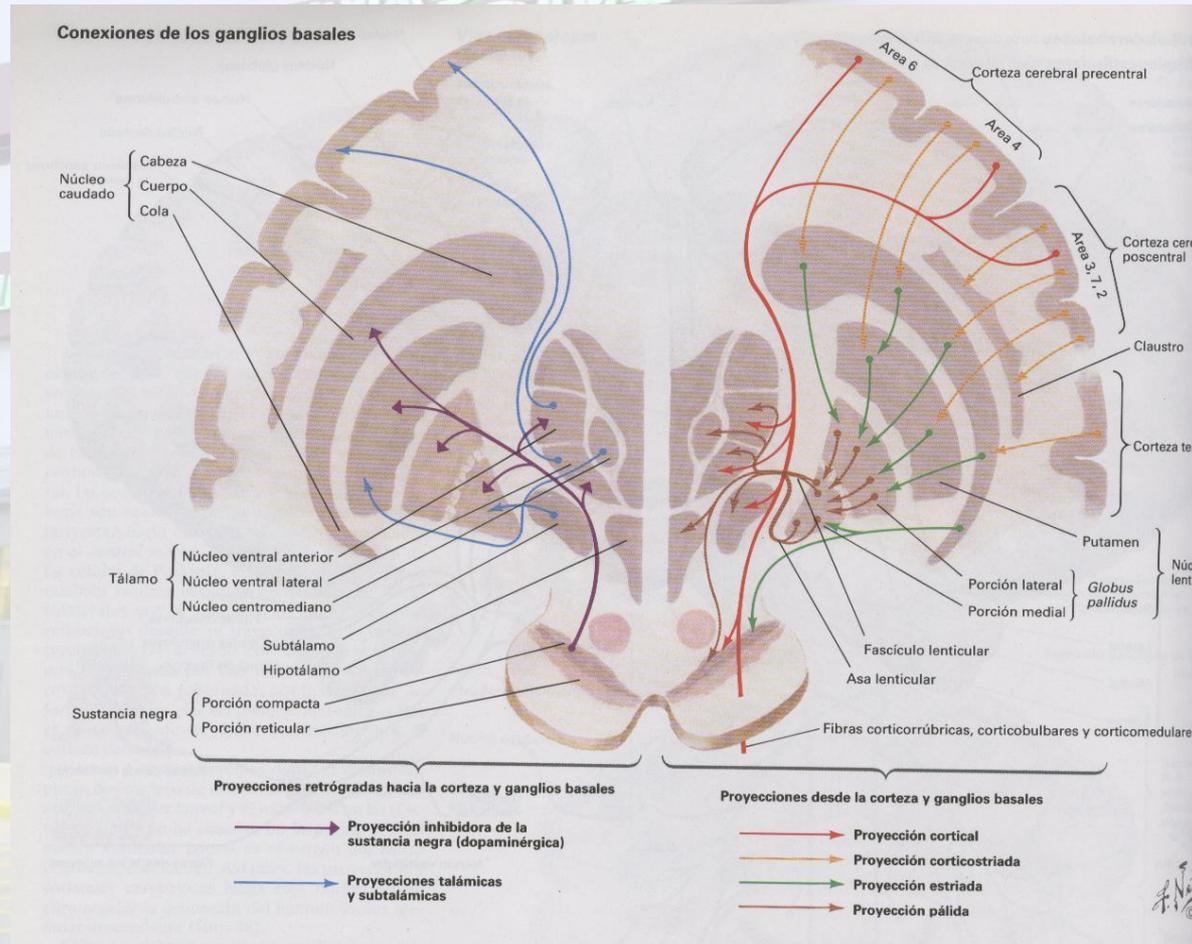
A



B



SISTEMA EXTRAPIRAMIDAL:



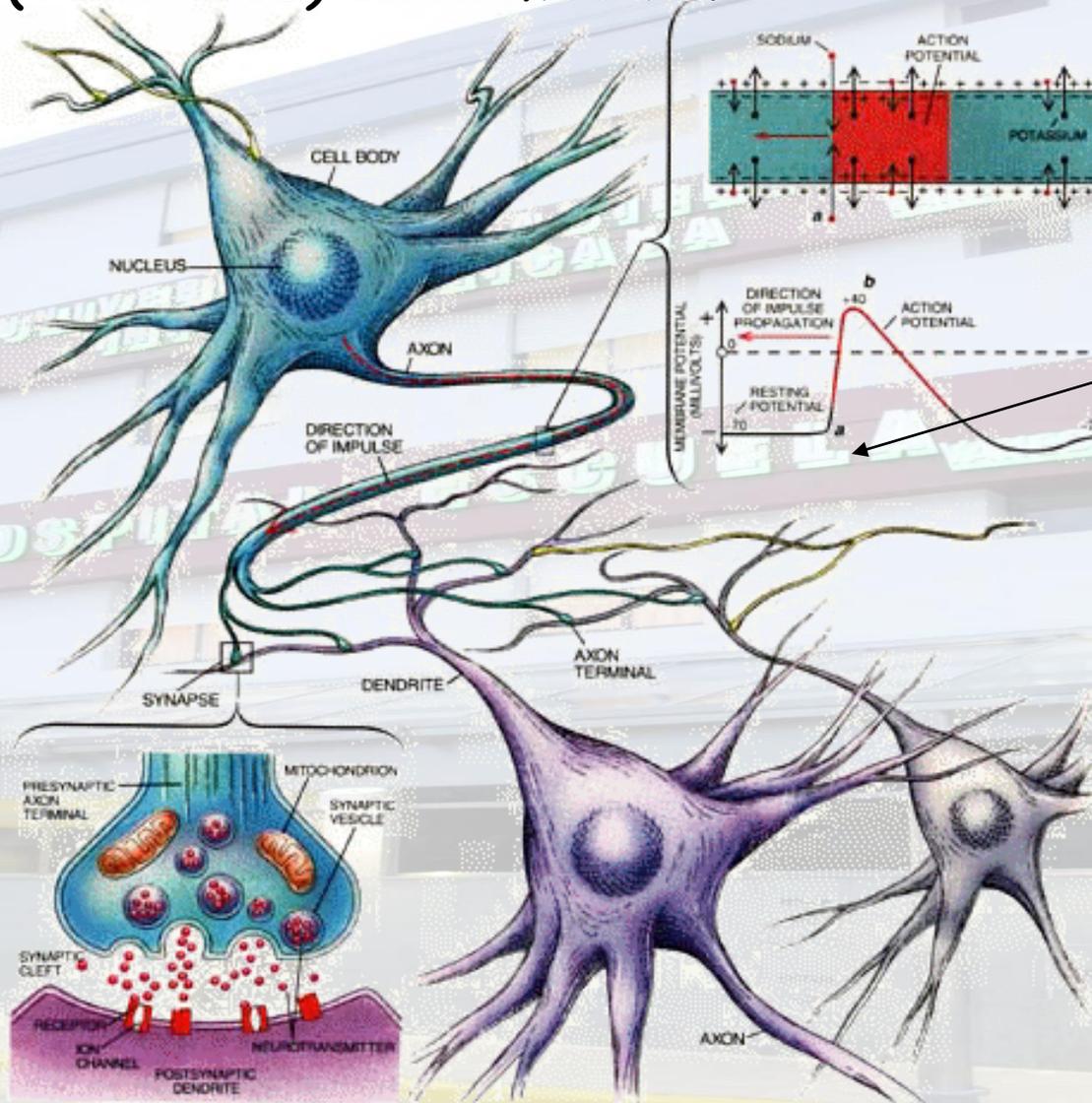
Ganglios Basales

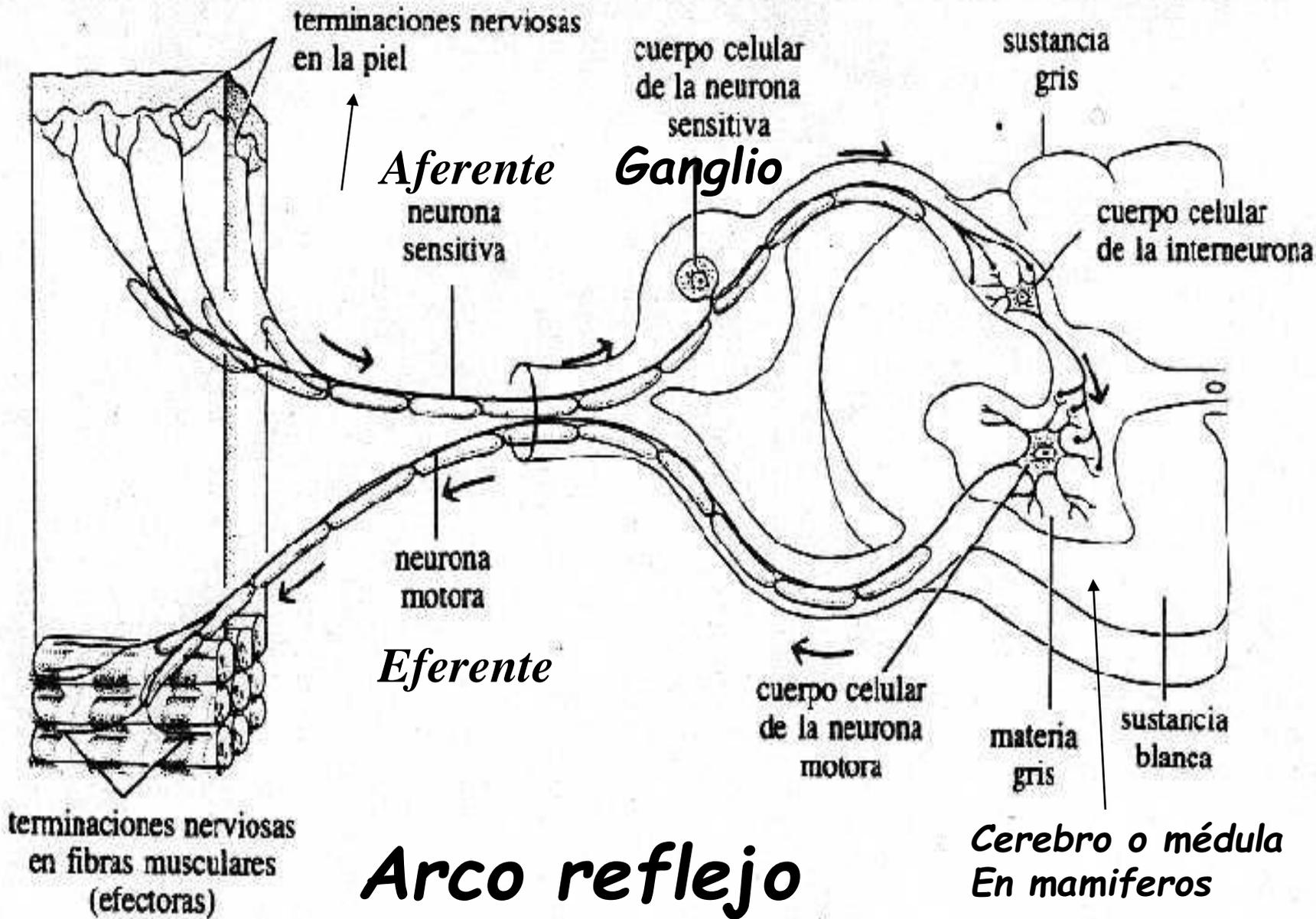
- Forman parte del circuito que incluye a la corteza cerebral, el núcleo subtalámico, los núcleos motores del tálamo y las sustancia negra.
- Implicado en la coordinación y programación de movimiento más lentos que los controlados por el cerebelo.

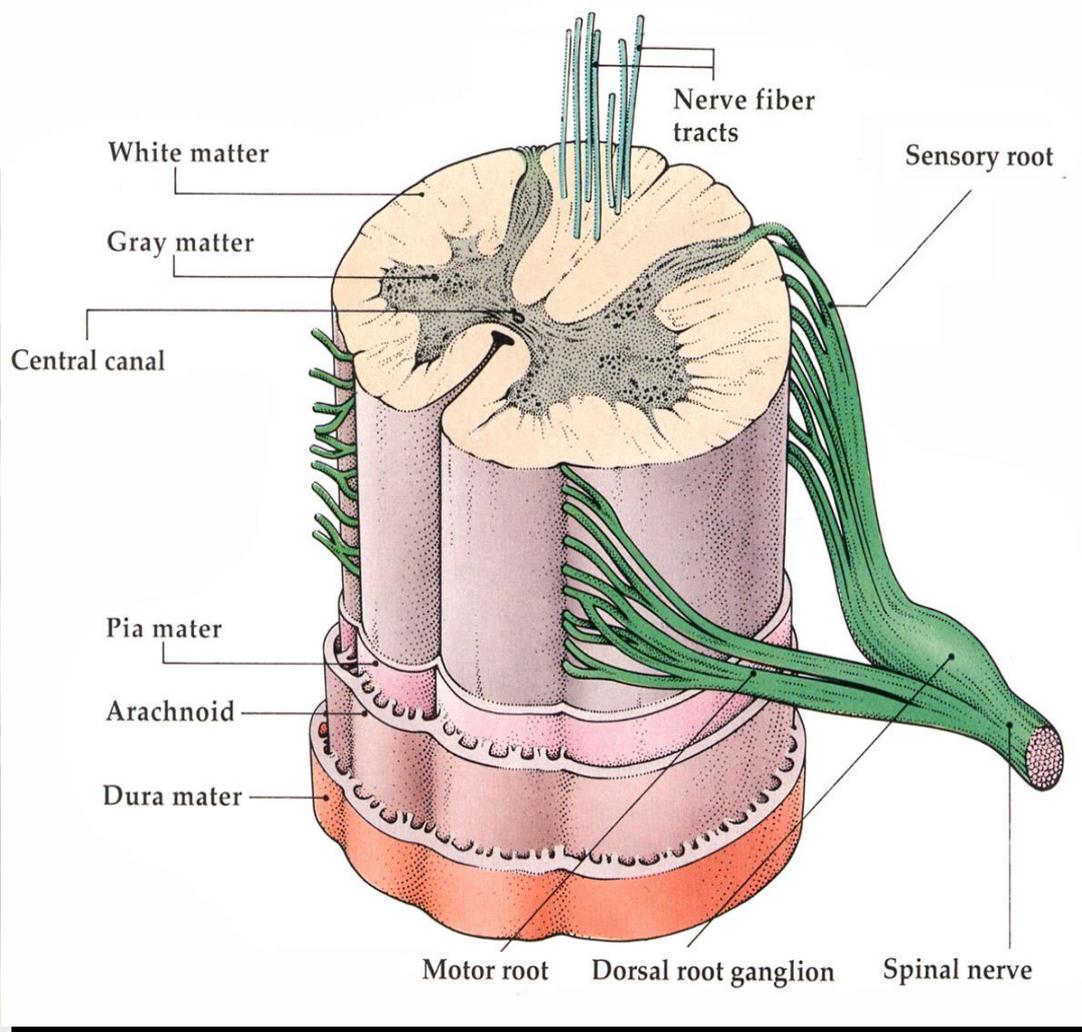


El arco reflejo

Ley de Bell Magendie: Neuronas sensitivas (dorsales) y Motoras (ventrales) en la médula.







Spinal Cord

- **anterior root:**
 - motor
- **posterior root:**
 - sensory

**Law of
Bell-Magendie**

LOWER MOTOR NEURON

Spinal Cord

Anterior Horn Cell (Lamina IX) ----- spinal n.

Brain Stem

General Somatic Efferent (GSE) Nuclei

Hypoglossal Nucleus ----- XII

Abducens Nucleus ----- VI

Trochlear Nucleus ----- IV

Oculomotor Nucleus ----- III

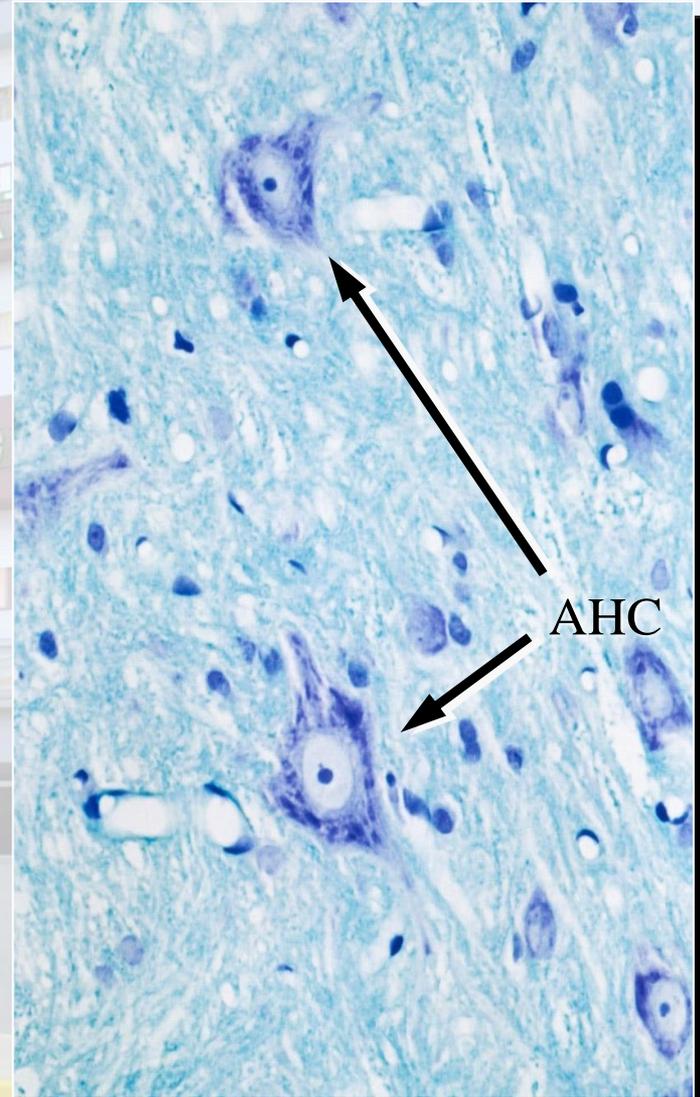
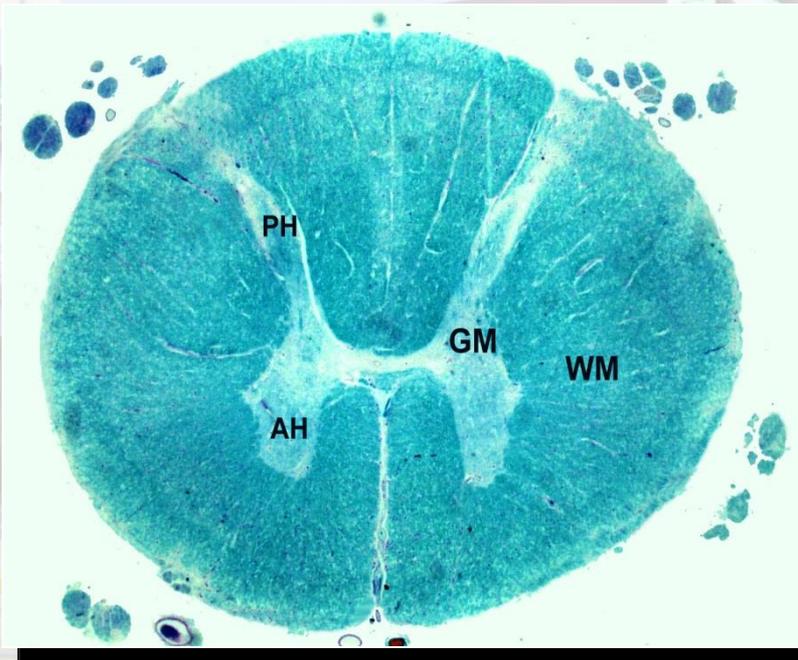
Special Visceral Efferent (SVE) Nuclei

Ambiguous Nucleus ----- IX, X, XI

Facial (Motor) Nucleus ----- VII

Trigeminal Motor Nucleus ----- V

Anterior Horn Cell - Lower Motor Neuron -



Lower Motor Neuron

cell body: anterior horn

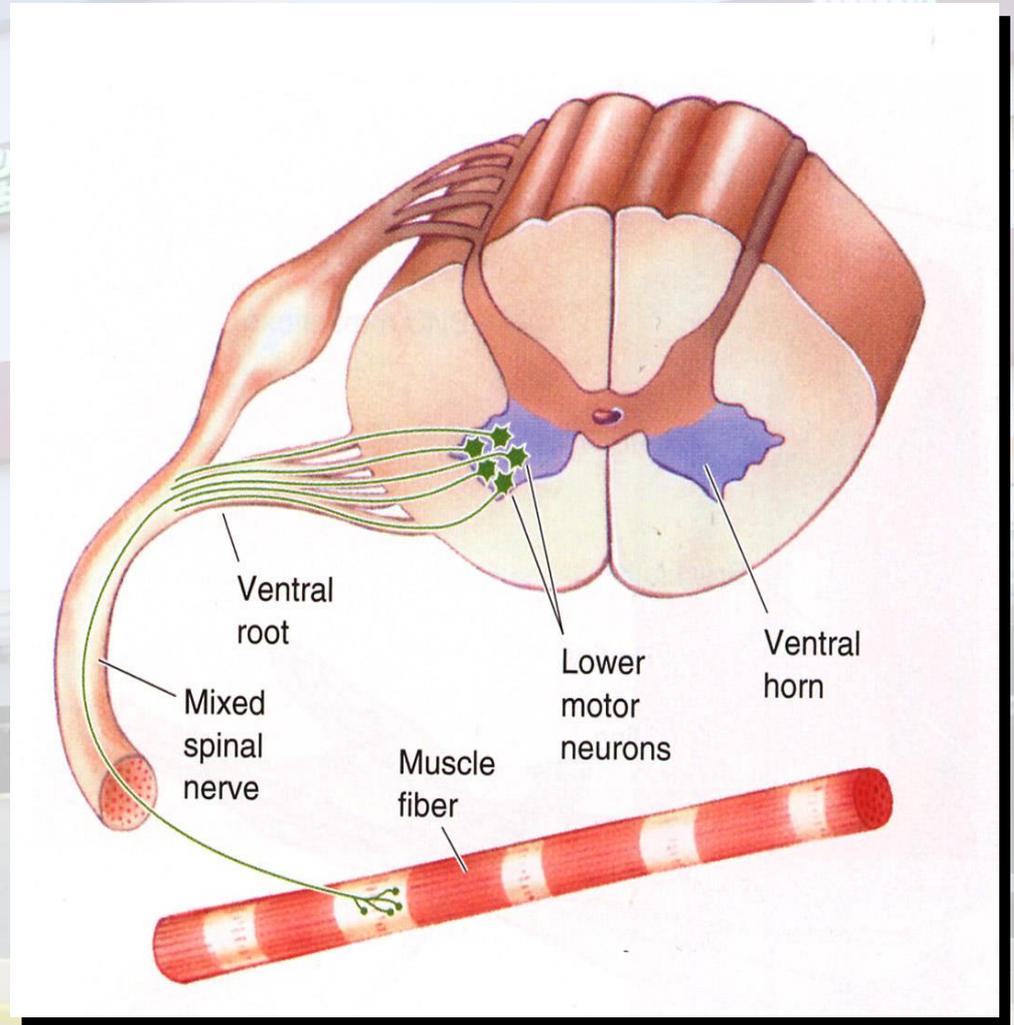
axon: anterior root,
spinal nerve

axon terminal:

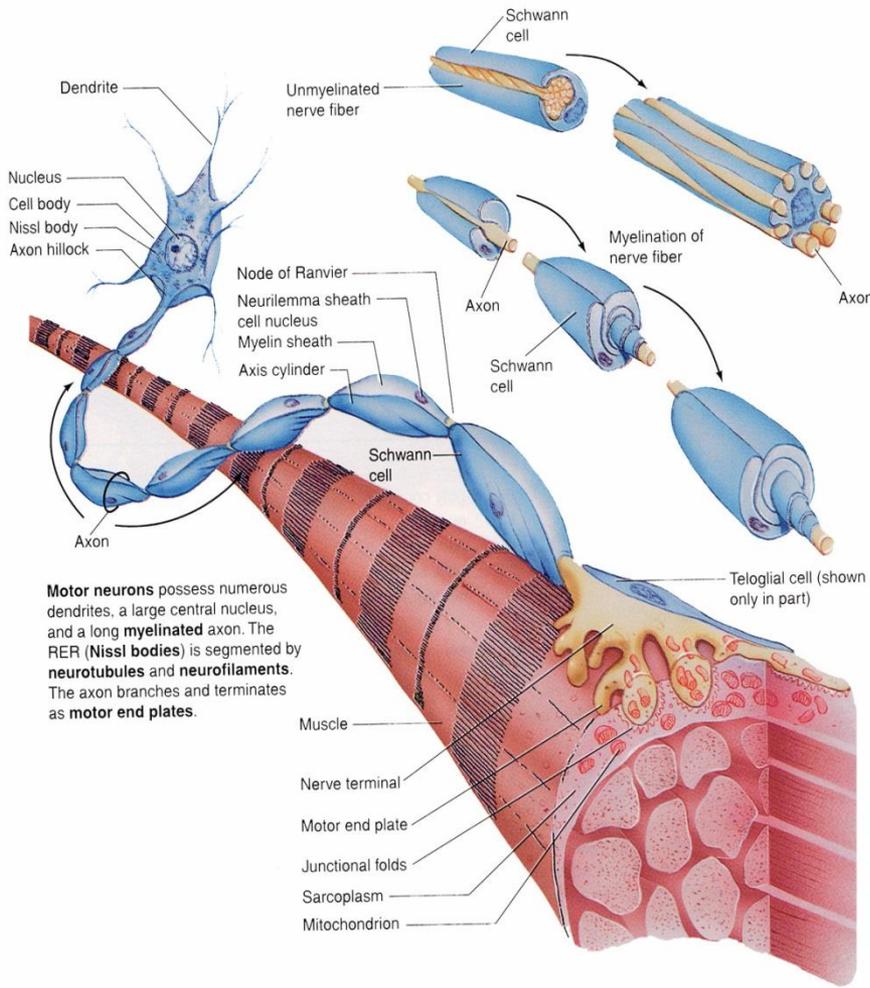
neuromuscular
junction

Effector:

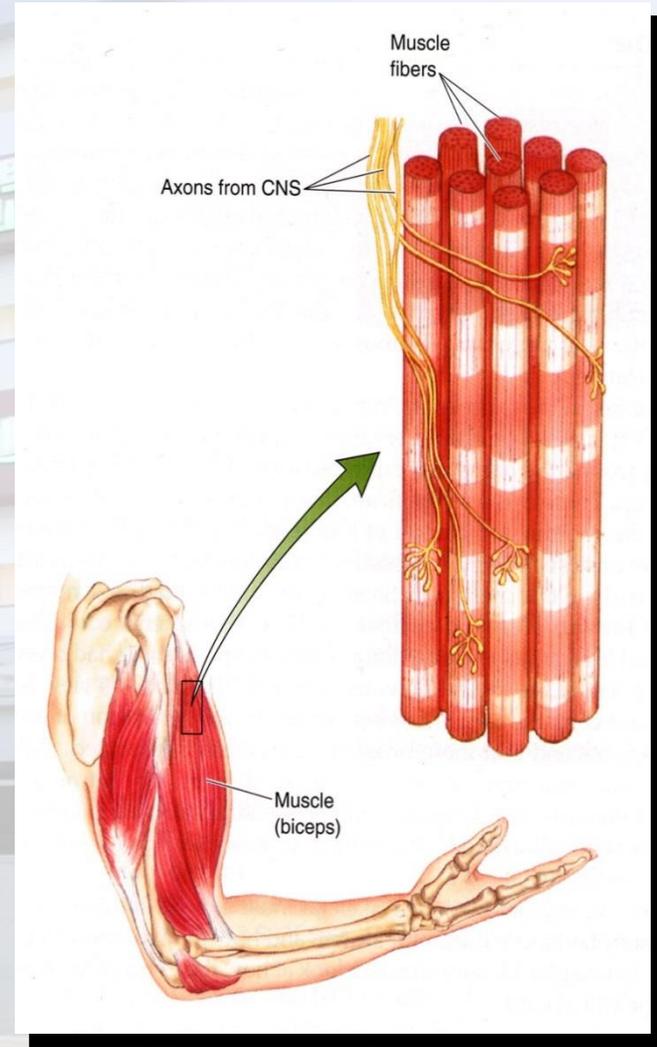
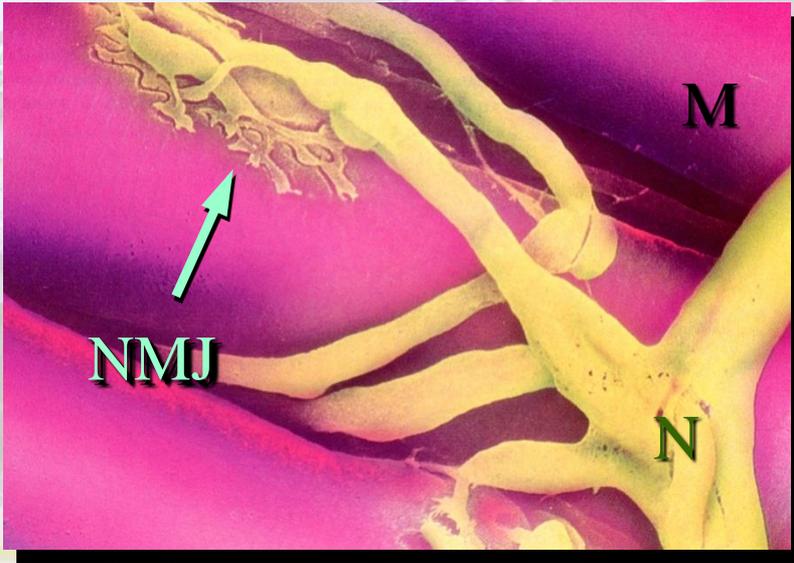
skeletal muscle



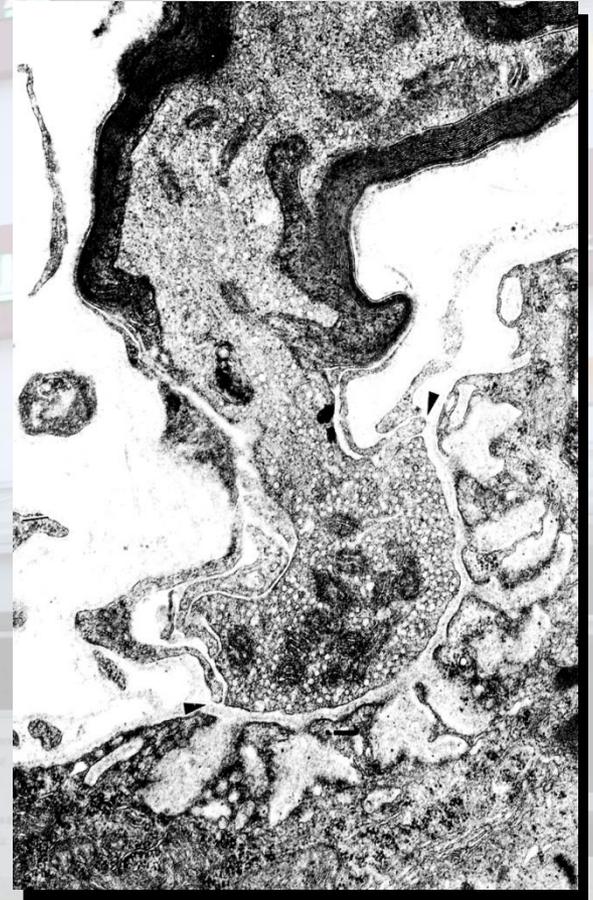
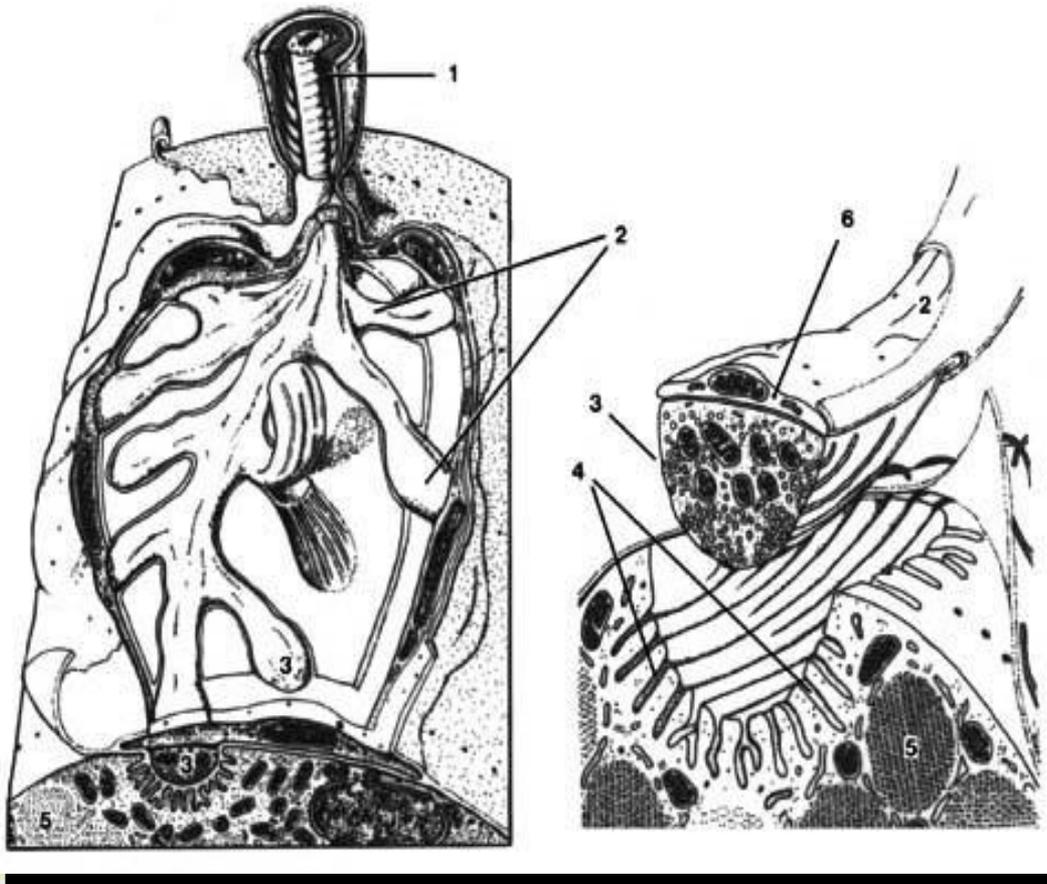
Lower Motor Neuron

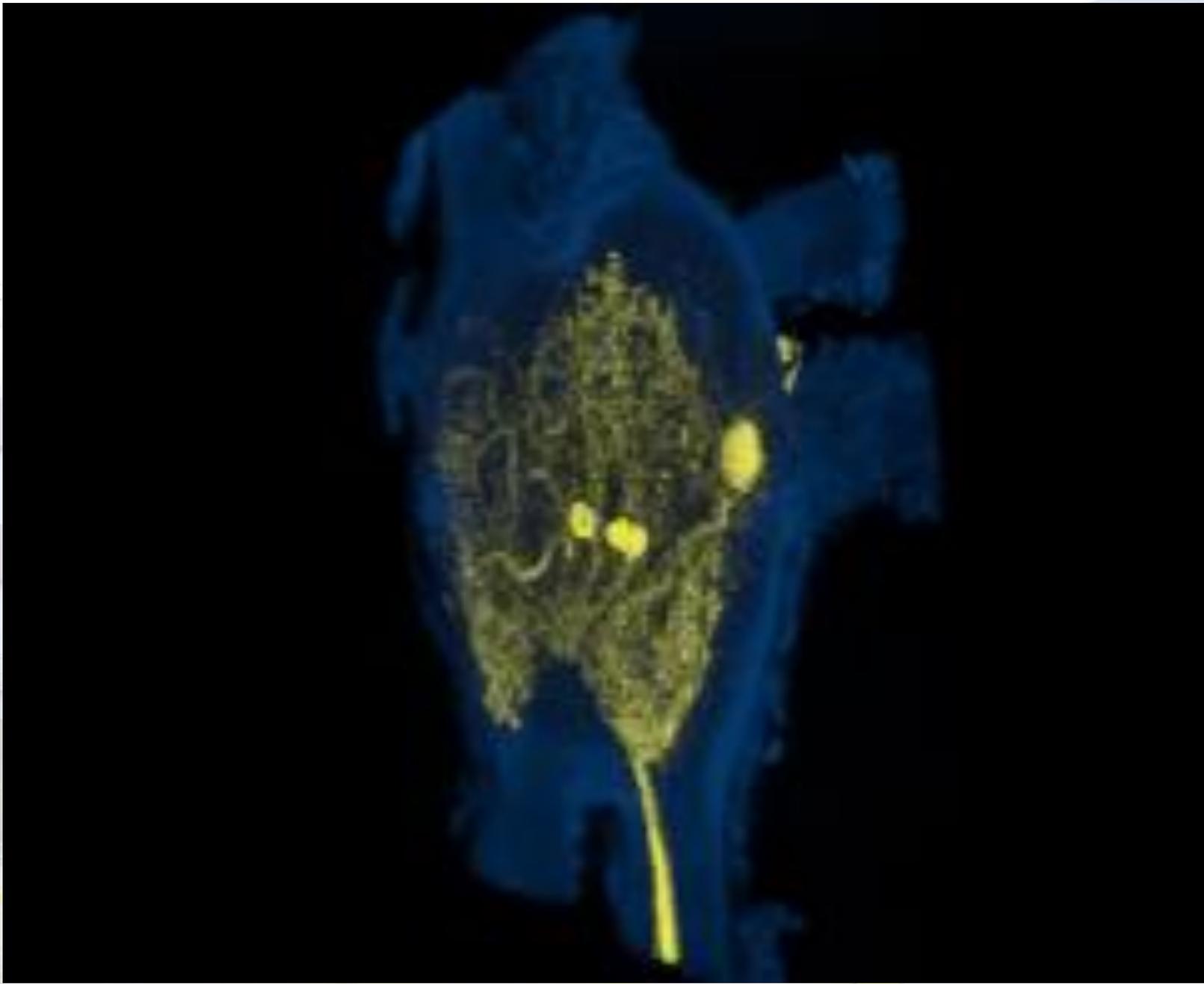


Neuromuscular Junction (Myoneural Junction, Motor End Plate)



Neuromuscular Junction

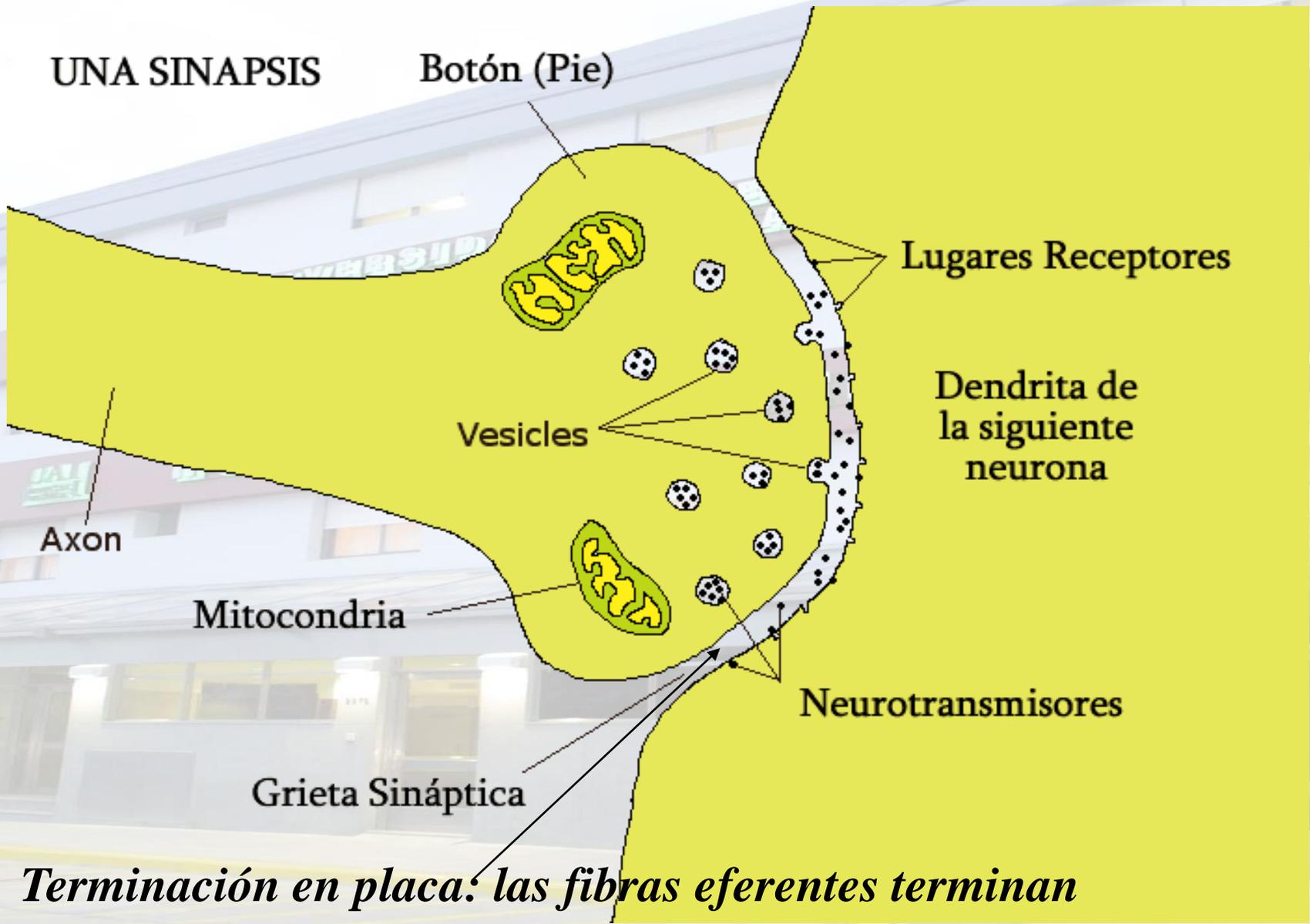




Arco reflejo: composición

1. *Organo sensitivo*
2. *Neurona aferente (dorsal)*
3. *Sinapsis*
4. *Neurona eferente (ventral)*
5. *Unión neuromuscular*
6. *Músculo*

UNA SINAPSIS

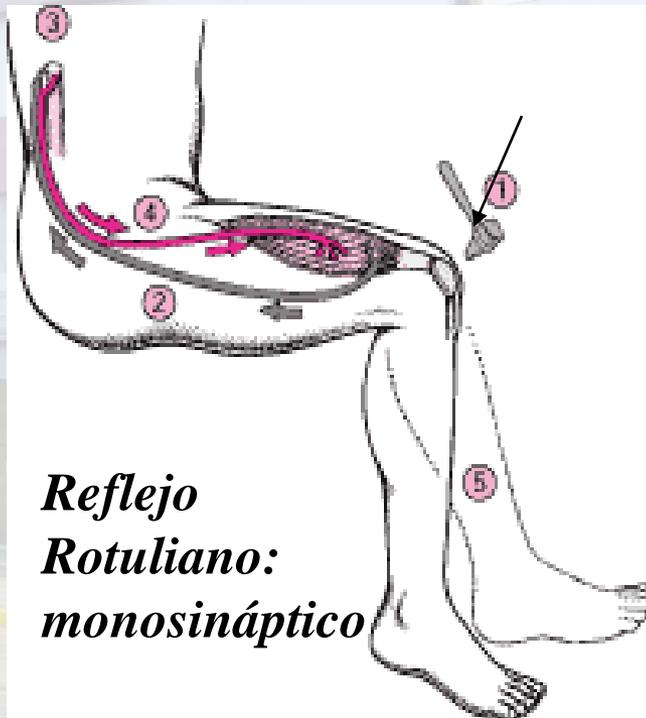


Terminación en placa: las fibras eferentes terminan sobre las fibras del Saco nuclear

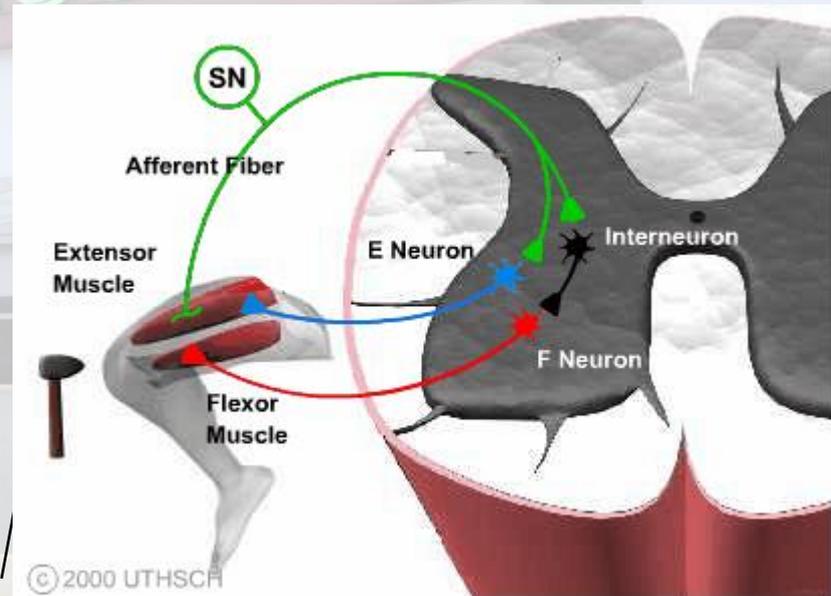
Tipos de Reflejos:

Monosinápticos: una sola sinapsis (ej Estiramiento)

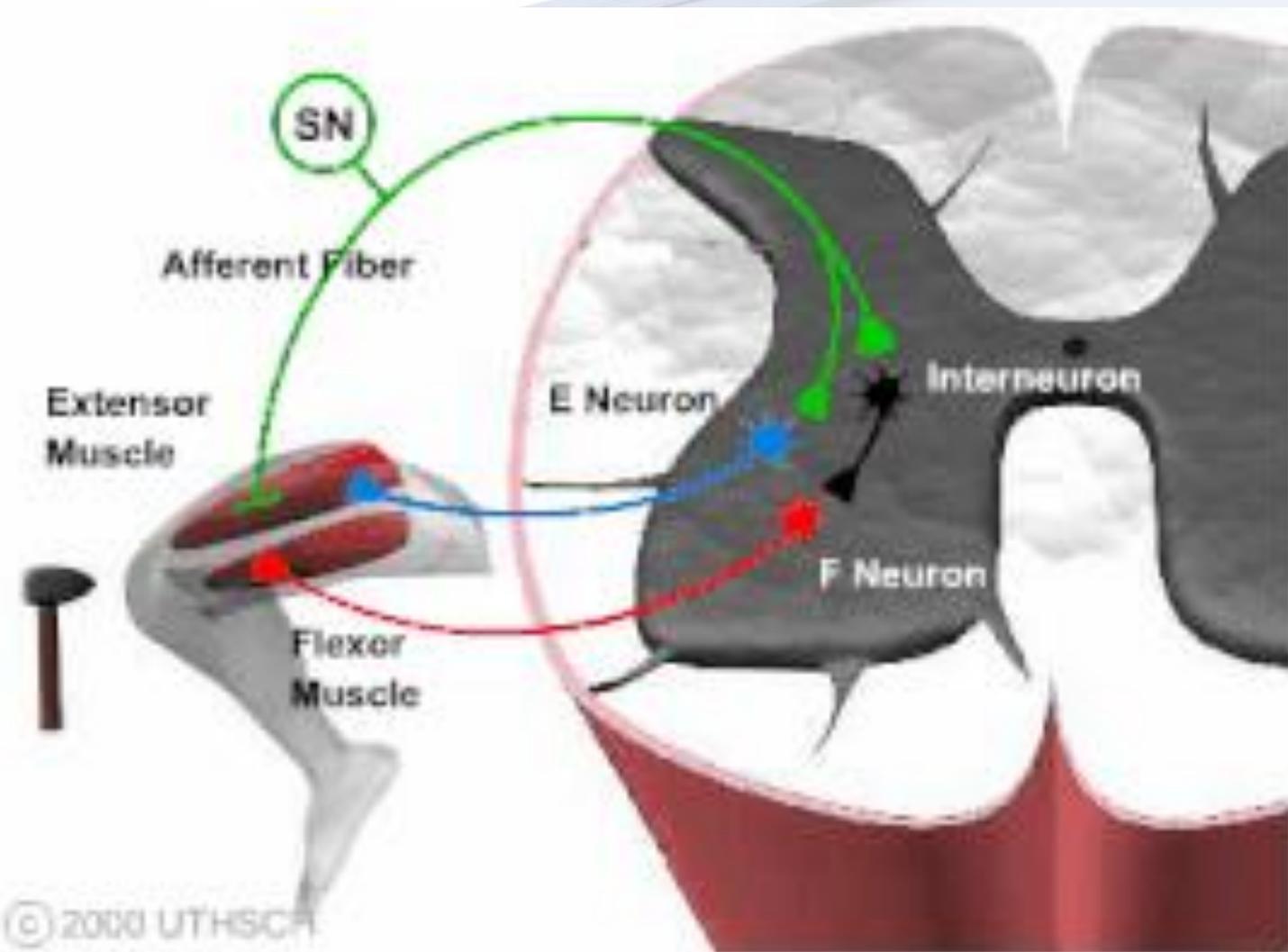
Polisinápticos: varias sinapsis entre Aferente y Eferente



**Reflejo
Rotuliano:
monosináptico**



Reflejo monosináptico

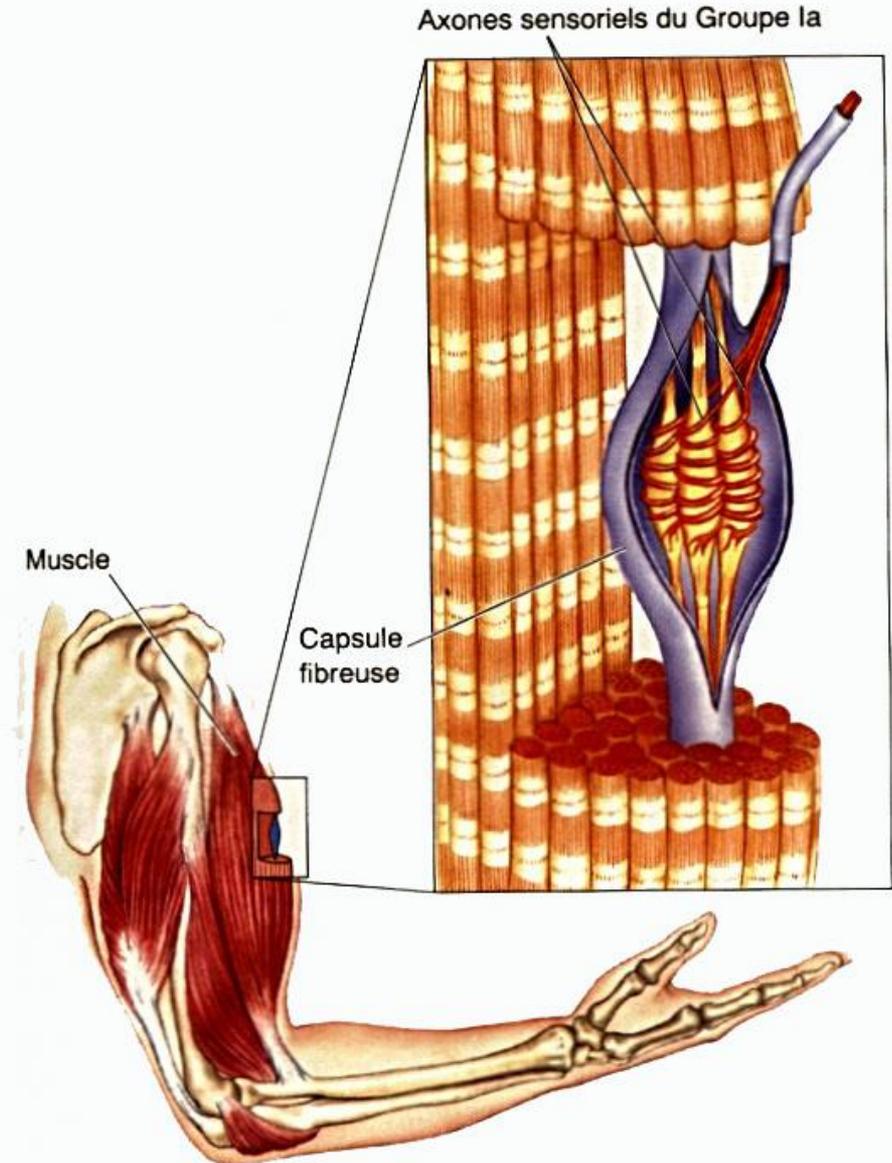


Reflejo monosináptico: Miotático o de estiramiento

*Al estirarse se desencadena
La contracción.*

*El organo sensorial: el huso
Muscular*

Neurotransmisor: glutamato



Huso muscular

Consiste en cerca de 10 fibras musculares encerradas en una capsula de tejido conectivo, con extremos unidos a tendones

Fibras intrafusales (pocas y más embrionarias):

F. del saco nuclear (ATP asa de miosina): 2

F. de la cadena nuclear: 4 (se conectan a los lados del saco)

Fibras extrafusales (unidades contractiles regulares del musculo)

Terminaciones nerviosas sensitivas:

Primarias (anuloespirales): f. aferentes de conducción rápida

Secundarias (ramillete de flores): fibras sensitivas cerca de los extremos de las fibras extrafusales

Cada huso tiene una inervación motora propia: LESKELL

Porque 2 tipos de terminaciones sensitivas ?

Fibras saco nuclear: respuesta dinámica, es decir más rápida pero de menor velocidad si el estiramiento es sostenido.

Fibras cadena nuclear: respuesta estática, descarga durante todo el periodo que el músculo permanece estirado

Temblor fisiológico normal: 10 Hz (se exacerba si falla el huso)

*Tiempo de estiramiento (rodilla): 19-24 mseg
(tiempo de reacción): ida y vuelta*

***Objetivo del Huso muscular:
Mantener su longitud***

***Contraído: Estiramiento (contrae las fibras
extrafusales)***

***Relajado: Al acortar el huso sin descarga eléctrica,
se relaja***

Tono Muscular

Es la resistencia al estiramiento

Espasticidad (hipertónico)

Flaccidez (hipotónico)

Clonus: contracciones regulares y ritmicas del musculo sometido a un estiramiento brusco y sostenido

Reflejo miotático inverso o inhibición autógena

Si el musculo se estira → Acortamiento

*Si la tensión aumenta demasiado → Relaja
(organo tendinoso de Golgi)*

Reflejos polisinápticos

Reflejo de retiro:

Ejemplo el pie se retira

Al un estímulo nocivo

