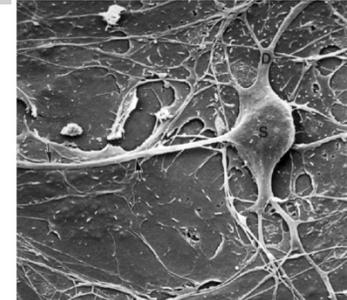


# LA NEURONA

ESTRUCTURA DE LA NEURONA  
POTENCIAL MEMBRANA Y DE  
ACCIÓN

## PROPIEDADES GENERALES DE LAS NEURONAS

- **EXCITABILIDAD.**- es la capacidad para reaccionar a estímulos químicos y físicos.
- **CONDUCTIVIDAD.**- es la capacidad de transmitir la excitación desde un lugar a otro.

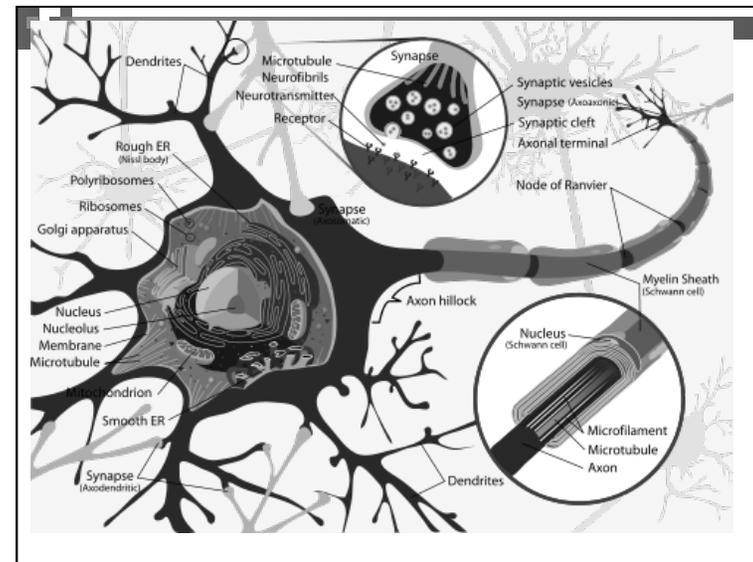


Microfotografía electrónica de barrido que muestra el soma (S), las dendritas (D) y el axon (flechas) de una Neurona del SNC

- La base anatómica del SNC es el tejido nervioso, cuya unidad principal es la NEURONA.

## LA NEURONA

- Una **neurona** es una célula nerviosa, elemento fundamental de la arquitectura nerviosa.
- Es la unidad funcional que transporta el flujo nervioso.
- Un cerebro humano contiene unos 100.000 millones de neuronas (se dice que la misma cantidad de estrellas que hay en la vía Láctea).



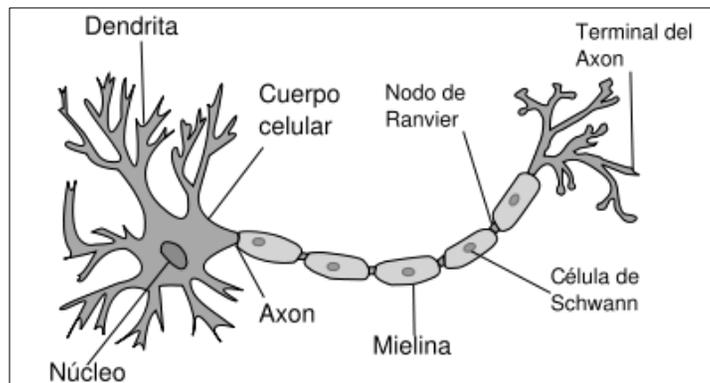
## Velocidad de conducción

- En el interior de la célula nerviosa del cerebro, la señal viaja a velocidades de aprox. 0.5 a 2 m/seg.
- Dos células cerebrales se comunican entre si de 20 a 40 m/seg.
- La comunicación con algún miembro periférico puede tardar un poco mas.

## Velocidad máxima de conducción

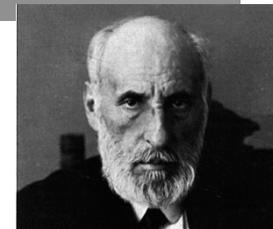
- Hasta de 100 m/seg. En axones mielinicos.
- La información visual entre la retina y la corteza cerebral, se transmite mediante el nervio óptico formado por fibras mielinicas aprox. de 100 m/seg. Para llegar a cuerpos geniculados y proyectar a la corteza visual primaria.
- Si las fibras son gruesas tendrán mayor velocidad de conducción.

## PARTES DE LA NEURONA

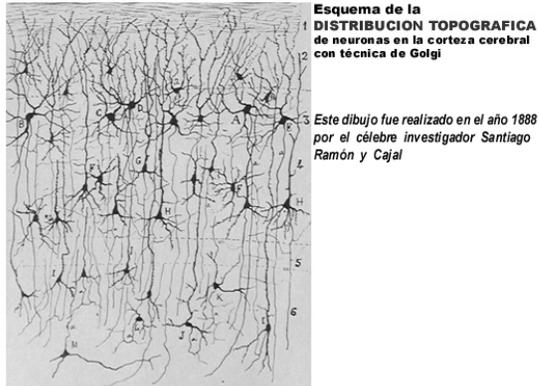


## Santiago Ramón y Cajal

- En mayo se cumplen 152 años del nacimiento del español que con mayor brillo ha iluminado el firmamento de la ciencia, su nombre, Santiago Ramón y Cajal, su pasión, el estudio del sistema nervioso, en concreto fue él quien descubrió la célula nerviosa, es decir, fue capaz de identificar la célula que se encarga de transmitir información dentro del sistema nervioso. A esa célula se la conoce con el nombre de neurona.



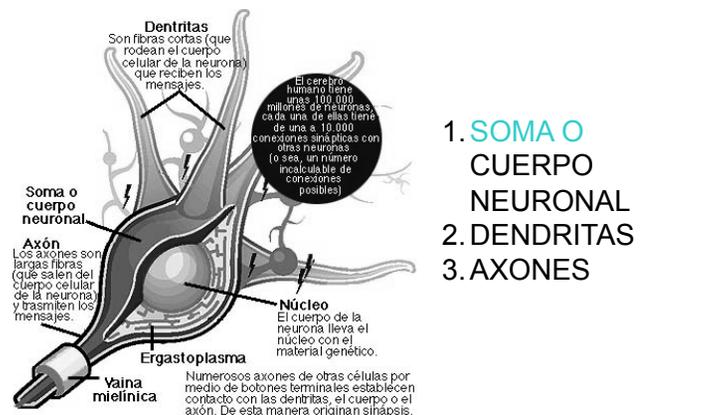
## NEURONAS DE LA CORTEZA CEREBRAL



## ¿DÓNDE ENCONTRAMOS CUERPOS DE NEURONAS?

- Las neuronas se hallan en el encéfalo, la médula espinal y los ganglios nerviosos y están en contacto con todo el cuerpo.
- A diferencia de la mayoría de las otras células del organismo, las neuronas normales en el individuo maduro no se dividen ni se reproducen (como una excepción las células olfatorias sí se regeneran). (Los nervios mielinados del sistema nervioso periférico también tienen la posibilidad de regenerar a través de la utilización del neurolema, una capa formada de los núcleos de las células de schwann).

## ESTRUCTURA DE LA NEURONA

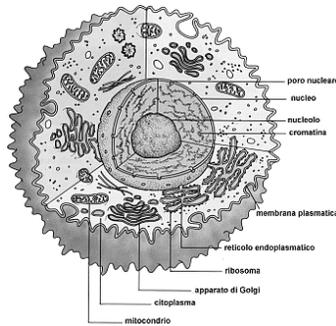


## EL SOMA O CUERPO

- El cuerpo de la célula nerviosa consiste esencialmente en una masa de citoplasma en la cual está incluido el núcleo.
- El volumen del citoplasma dentro de la célula nerviosa a menudo es mucho menor que el volumen del citoplasma total de las dendritas.
- El núcleo comúnmente se ubica en el centro del cuerpo celular y típicamente es grande y redondeado.
- En las neuronas maduras, los cromosomas ya no se duplican y sólo funcionan en la expresión genética. Por lo tanto el núcleo es pálido y los finos gránulos de cromatina están muy dispersos.
- El gran tamaño del núcleo probablemente se debe a la alta síntesis proteica.

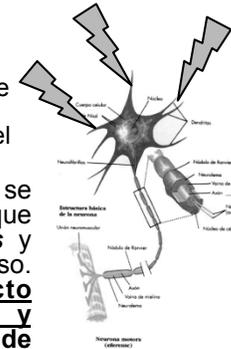
## EL CITOPLASMA DEL SOMA

- El citoplasma es rico en retículo endoplásmico (granular y agranular) y contiene las siguientes organelas principalmente: gránulos de Nissl (formado por el retículo endoplásmico rugoso), aparato de Golgi, mitocondrias, microfilamentos, microtúbulos, lisosomas, centriolos, lipofuscina, melanina, glucógeno y lípidos.



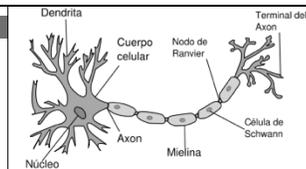
## LAS DENDRITAS

- Las dendritas, con número y estructura variable según el tipo de neurona, y que transmiten los potenciales de acción desde las neuronas adyacentes hacia el cuerpo celular o
- En la superficie de las dendritas se observan pequeñas proyecciones que se denominan **espinas dendríticas** y que le confieren un aspecto espinoso. **En ellas se realiza el contacto sináptico con otras neuronas y ocurre cierto grado de control de entrada de señales.**



## EL AXÓN

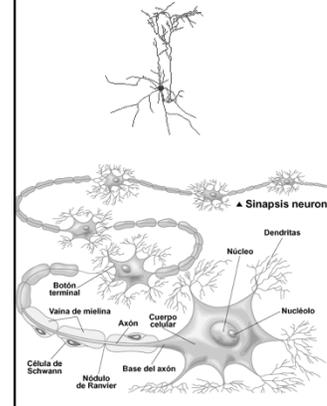
- Por aquí **transitan los impulsos nerviosos o potenciales de acción desde el cuerpo celular hacia la siguiente célula.**
- Los axones pueden agruparse y formar lo que comúnmente llamamos fibra nerviosa.
- Se origina en una prolongación cónica del pericarion denominada **cono axonal**. En general, el axón es más largo y delgado que las dendritas de la misma neurona.
- La terminación axonal tiene forma abultada y se llama botón presináptico, el cuál contiene las vesículas sinápticas incluyendo en su interior a los neurotransmisores, que son sustancias químicas responsables de transmitir los mensajes a la **neurona** que le sucede.

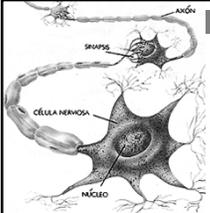


## SINÁPSIS

Las **sinapsis** (del gr. σύναψις, "enlace") son uniones especializadas mediante las cuales las células del sistema nervioso envían señales de unas a otras y a células no neuronales como las musculares o glandulares. Una sinapsis entre una neurona motora y una célula muscular se denomina unión neuromuscular.

Las sinapsis permiten a las neuronas del sistema nervioso central formar una red de circuitos neuronales. Son cruciales para los procesos biológicos que subyacen bajo la percepción y el pensamiento. También son el sistema mediante el que el sistema nervioso conecta y controla todos los sistemas del cuerpo.

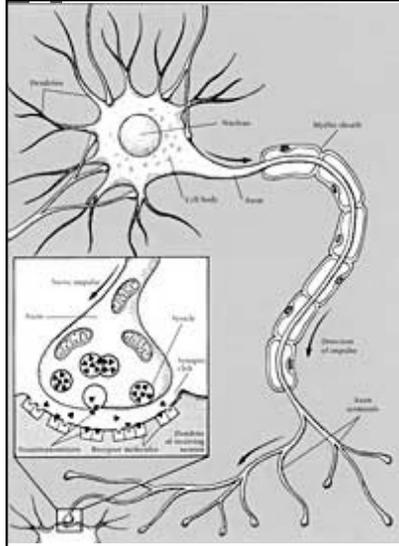




## 10,000 sinapsis cada neurona

El cerebro contiene un número inmenso de sinapsis, que en niños alcanza los 1000 billones. Este número disminuye con el paso de los años, estabilizándose en la edad adulta. Se estima que un adulto puede tener entre 100 y 500 billones de sinapsis.

La palabra sinapsis viene de *synapsis*, que Sir Charles Scott Sherrington y colaboradores formaron con las palabras griegas *syn*, que significa "juntos", y *hapteina*, que significa "con firmeza".



## PARTES DE LA SINAPSIS

- BOTON AXONAL PRESINÁPTICO
- HENDIDURA SINÁPTICA
- VESICULA SINÁPTICA
- NEUROTRANSMISORES
- BOTON DENDRITICO NEURONA POSTSINÁPTICA

## SINAPSIS GRÁFICA

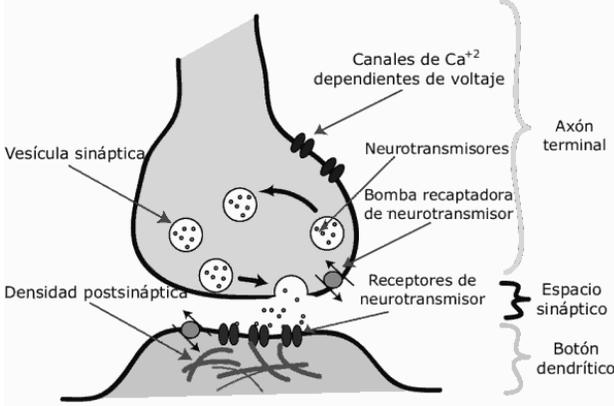


Diagram illustrating the components of a synapse:

- AXÓN PRE-SINÁPTICO
- AXÓN terminal
- Canales de  $Ca^{+2}$  dependientes de voltaje
- Neurotransmisores
- Vesícula sináptica
- Bomba recaptadora de neurotransmisor
- Receptores de neurotransmisor
- Espacio sináptico
- Botón dendrítico
- NEURONA POST-SINÁPTICA
- Densidad postsináptica

## ANATOMÍA DE LA SINAPSIS

- En una sinapsis prototípica, como las que aparecen en los **botones dendríticos**, unas proyecciones citoplasmáticas con forma de hongo desde cada célula, y en las que los extremos de ambas se aplastan uno contra otro.
- En esta zona, las membranas celulares de ambas células se juntan en una unión estrecha que permite a las moléculas señal llamadas neurotransmisores pasar rápidamente de una a otra célula por difusión. Esta unión, de aproximadamente 20 nm de ancho, se conoce como **hendidura sináptica**.

## ANATOMÍA DE LA SINAPSIS

- Sólo la **neurona presináptica segrega los neurotransmisores**, que se unen a los receptores transmembrana que la célula **postsináptica** tiene en la hendidura.
- El terminal nervioso presináptico (también llamado *sináptico* o *botón*) normalmente emerge del extremo de un axón, mientras que la zona postsináptica normalmente corresponde a una dendrita, al cuerpo celular o a otras zonas celulares.
- Justo tras la membrana de la célula postsináptica aparece un complejo de proteínas entrelazadas denominado **densidad postsináptica**. Las proteínas de la densidad postsináptica cumplen numerosas funciones, que van desde el anclaje y movimiento de receptores de neurotransmisores de la membrana plasmática, al anclaje de varias proteínas reguladoras de la actividad de estos receptores.

## TIPOS DE SINAPSIS

POR SU FUNCIÓN:

- QUÍMICAS
- ELÉCTRICAS

POR EL TIPO DE CONTACTO:

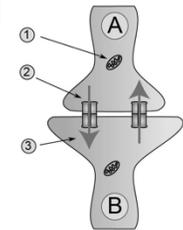
- AXO-AXONICAS
- AXO-DENDRITICAS
- AXO-SOMÁTICAS

## SINAPSIS QUÍMICAS

- La liberación de neurotransmisores es iniciada por la llegada de un impulso nervioso (o potencial de acción), y se produce mediante un proceso muy rápido de secreción celular: en el terminal nervioso presináptico, las vesículas que contiene los neurotransmisores permanecen ancladas y preparadas junto a la membrana sináptica.

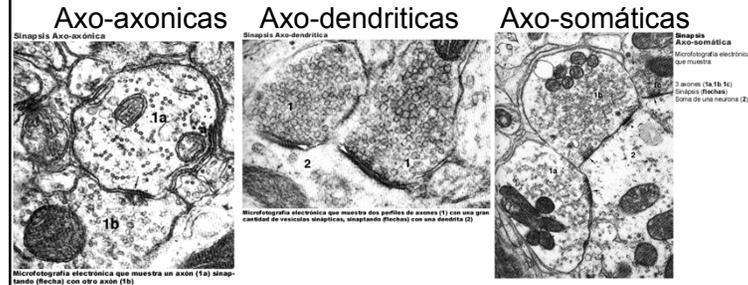
## SINAPSIS ELÉCTRICA

- Una sinapsis eléctrica es una sinapsis en la que la transmisión entre la primera neurona y la segunda no se produce por la secreción de un neurotransmisor, como en las sinapsis químicas, sino por el paso de iones de una célula a otra a través de uniones gap. Las uniones gap son pequeños canales formados por el acoplamiento de complejos proteicos, basados en conexinas, en células estrechamente adheridas.
- Las sinapsis eléctricas son más rápidas que las sinapsis químicas pero menos plásticas. En vertebrados son abundantes en la retina y en la corteza cerebral.



Sinapsis eléctrica entre A y B:  
(1) mitocondria; (2) uniones gap formadas por conexinas; (3) señal eléctrica

## SINAPSIS: Por su forma de contacto



- Cuando llega un potencial de acción se produce una entrada de iones calcio a través de los canales de calcio dependientes de voltaje.
- Los iones de calcio inician una cascada de reacciones que terminan haciendo que las membranas vesiculares se fusionen con la membrana presináptica y liberando su contenido a la hendidura sináptica.
- Los receptores del lado opuesto de la hendidura se unen a los neurotransmisores y fuerzan la apertura de los canales iónicos cercanos de la membrana postsináptica, haciendo que los iones fluyan hacia o desde el interior, cambiando el potencial de membrana local.
- El resultado es *excitatorio* en caso de flujos de despolarización, o *inhibitorio* en caso de flujos de hiperpolarización.
- El que una sinapsis sea excitatoria o inhibitoria depende del tipo o tipos iones que se canalizan en los flujos postsinápticos, que a su vez es función del tipo de receptores y neurotransmisores que intervienen en la sinapsis.

## MOLECULAS DE COMUNICACIÓN EN LAS SINAPSIS

- La función comunicativa del SNC depende además de ciertas moléculas que se liberan en las terminales axonales donde una neurona se comunica funcionalmente con otra (*sinapsis*):
- (1) los **neurotransmisores** modifican la actividad de las células a las cuales están dirigidos; su acción es local y rápida.
- (2) los **neuromoduladores** regulan la respuesta neuronal, pero son incapaces de llevar a cabo la neurotransmisión.
- (3) las **neurohormonas** son un producto de secreción de las neuronas hacia el líquido extracelular, a través del cual regulan respuestas en extensas regiones, de forma más lenta y prolongada en el tiempo.

## CLASIFICACIÓN DE LAS NEURONAS

- SEGÚN SU TAMAÑO
- SEGÚN SU POLARIDAD
- SEGÚN SU FUNCION

## Clasificación según el tamaño

Según el tamaño de las prolongaciones, las neuronas se clasifican en:

- Las neuronas Golgi tipo I que tienen axón largo (pueden llegar a medir un metro), y, generalmente, mielínico.
- Las neuronas Golgi tipo II que tienen axón corto.
- Las células piramidales de la corteza cerebral.
- Las voluminosas células de Purkinje de la corteza cerebelosa.
- Las grandes neuronas motoras de la médula espinal.

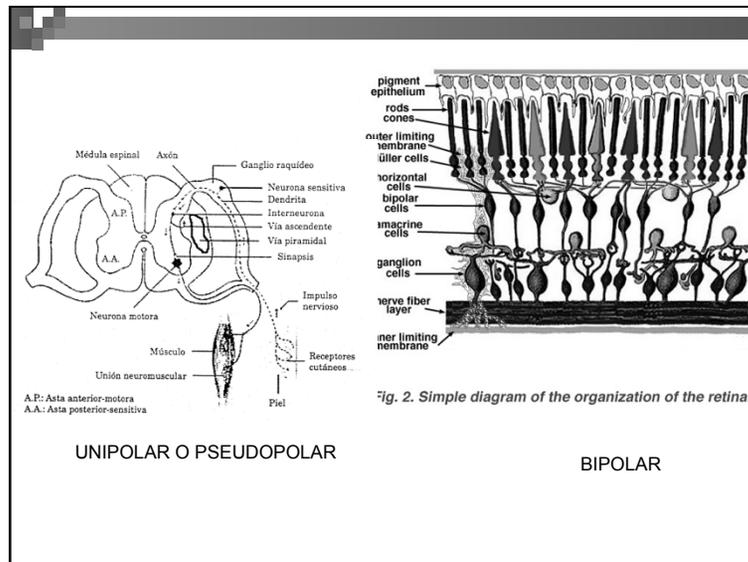
## Clasificación según la polaridad

### ■ Neuronas unipolares

Las neuronas unipolares son aquellas en las cuales el cuerpo celular tiene una sola dendrita que se divide a corta distancia del cuerpo celular en dos ramas, motivo por cual también se les denomina pseudounipolares (*pseudos* en griego es falso), una que se dirige hacia una estructura periférica y otra que ingresa en el sistema nervioso central. Se hallan ejemplos de esta forma de neurona en el ganglio de la raíz posterior.

### ■ Neuronas bipolares

Las neuronas bipolares poseen un cuerpo celular alargado y cada uno de sus extremos parte de una dendrita única. El núcleo de este tipo de neurona se encuentra ubicado en el centro de ésta, por lo que puede enviar señales hacia ambos polos de la misma. Ejemplos de estas neuronas se hallan en las células bipolares de la retina, del ganglio coclear y vestibular, estos ganglios son especializados de la recepción de las ondas auditivas y del equilibrio.



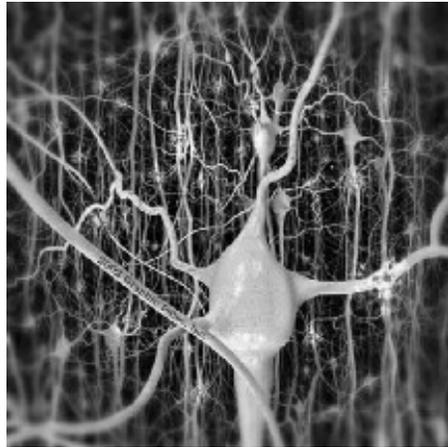
## Clasificación según la polaridad

### ■ Neuronas multipolares

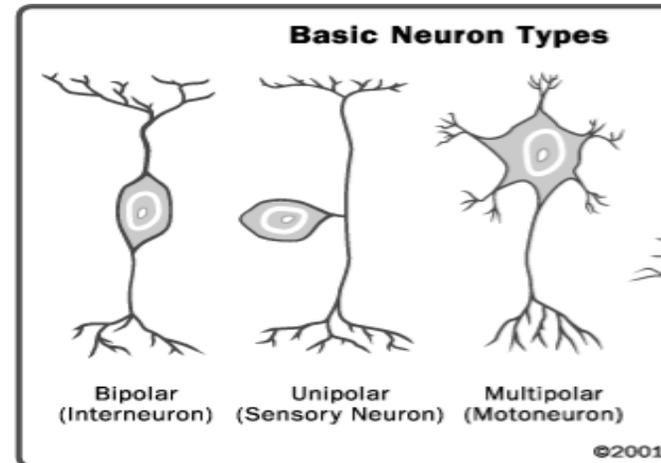
Las neuronas multipolares tienen una gran cantidad de dendritas que nacen del cuerpo celular. Ese tipo de células son la clásica neurona con prolongaciones pequeñas (dendritas) y una prolongación larga o axón. Representan la mayoría de las neuronas.

### ■ Neuronas apolares

No producen señales, pero las reciben.



MULTIPOLAR



## Clasificación según su función

### ■ Neuronas Sensitiva o Aferente

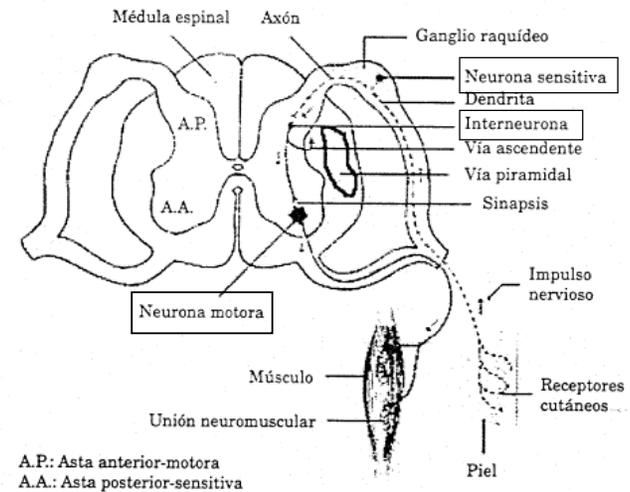
Son aquellas que conducen el impulso nervioso desde los receptores hasta los centros nerviosos.

### ■ Neuronas Asociativas o Interneuronas

Aquellas que comunican neuronas entre sí. Este tipo de neurona se encuentra exclusivamente en el sistema nervioso central.

### ■ Neuronas Motoras o eferentes

Aquellas que llevan el impulso nervioso desde los centros nerviosos hasta los órganos efectores.





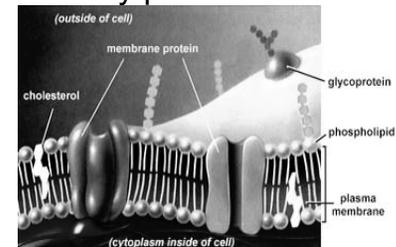
## Diferencia entre otras células y células neuronales

- La neurona se diferencia de otras células por su aptitud a emitir señales eléctricas (al igual que influjos nerviosos).
- Esas señales, que se manifiestan por un potencial de acción, son transmitidas de una neurona a otra, asegurando la actividad funcional del cerebro.

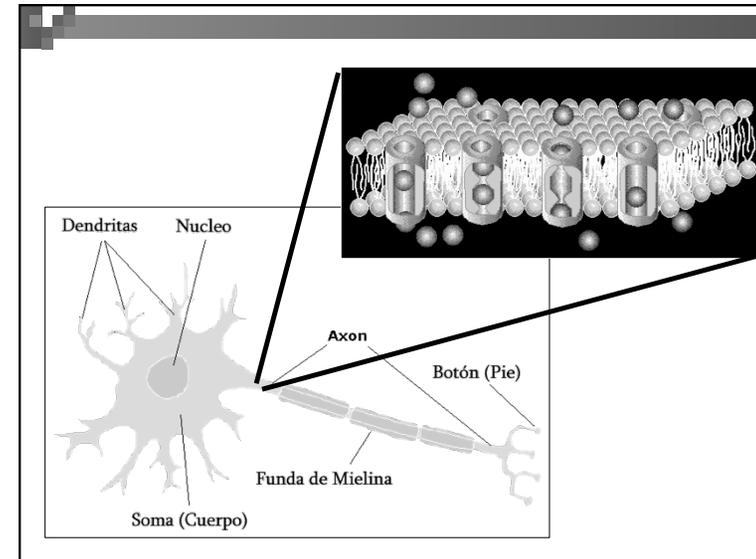
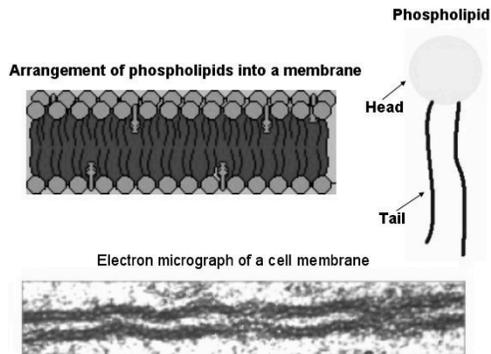
- La transmisión del influjo nervioso se hace gracias a la presencia, en la membrana rodeando a la neurona (esta membrana es una fina capa de un centímetro de una milésima de milímetro de espesor), de canales iónicos.
- Esos canales son unas clases de válvulas que dejan pasar iones positivos tales como el calcio y el potasio.

## MEMBRANA CÉLULAR

- La membrana celular controla que elementos entran y salen de la célula.
- Compuesta de fosfolípidos, glicoproteínas y colesterol y proteínas de membrana.



## MEMBRANA CÉLULAR



### ¿Por dónde la neurona recibe el influjo nervioso?

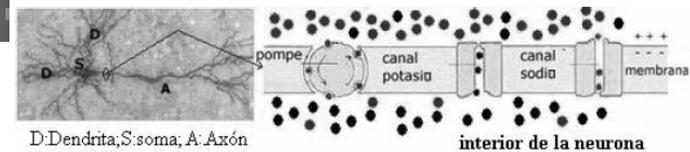
- La recepción se hace esencialmente sobre la membrana de las dendritas y del soma (el soma es también llamada cuerpo celular) de la neurona.
- El axón puede igualmente recibir influjos.

### ¿Dónde es generado el influjo nervioso?

- La neurona integra el mensaje y genera, en respuesta a este mensaje, un potencial de acción que nace a partir de la región donde el axón quita el soma (región llamada segmento inicial o cono axonal).

## Potencial de Reposo

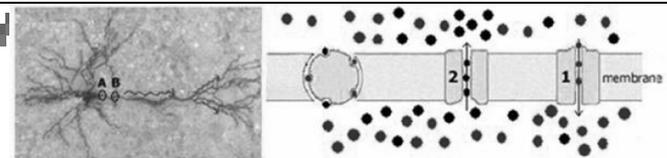
- **Nada de influjo nervioso: la neurona esta en reposo**
- Cuando ningún influjo existe, la neurona esta en reposo y su membrana plásmica está normalmente polarizada: hablamos de potencial en reposo.
- En este momento, el exterior de la neurona es positivo con respecto al interior, puesto que los iones de sodio son más importantes al exterior que al interior.



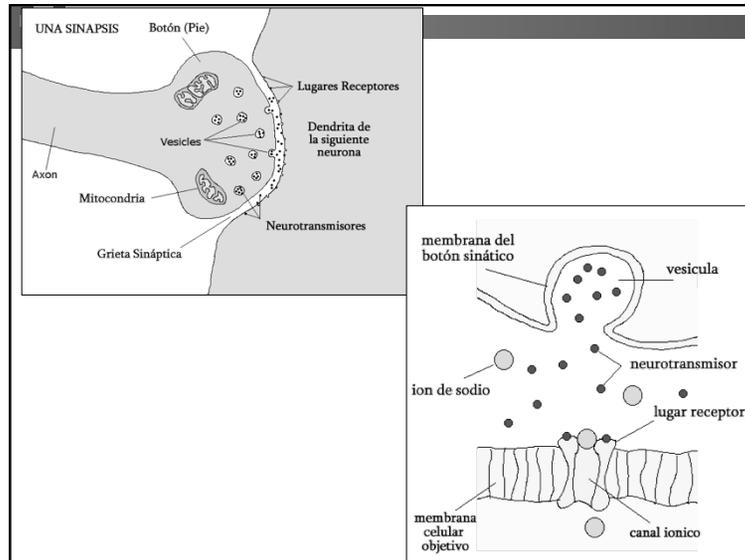
- Potencial de reposo, la neurona esta en estado de reposo no se transmite ninguna señal.
- Los canales de sodio y potasio están cerrados. Hay mayor sodio en el exterior y mayor potasio en el interior.

## Potencial de Acción

- **Un influjo nervioso llega: La neurona se excita**
- Cuando un influjo nervioso llega, los canales iónicos se activan y dejan entrar, en algunas milésimas de segundo, iones de sodio (algunos iones de potasio salen un poco después): la cara interna de la membrana entonces se carga positivamente.
- Un influjo nervioso es generado y se propaga de cuerpo celular hacia la terminación del axón a una velocidad de 1 a 150 metros por segundo.
- Su amplitud es de cerca de 100 milivolts y su duración es de cerca de 1 a 2 milésimas de segundo.



- Potencial de Acción, Un nuevo influjo se produce en el cono axonal (A), provocando apertura de canales de sodio y entrada de estos iones.
  1. Se abren los canales de potasio, dejando salir a los iones de potasio.
  2. La membrana vuelve a su estado de reposo.
- La entrada de iones carga las propiedades eléctricas nuevamente y (B) provoca una entrada de iones de sodio y una salida de potasio.
- El flujo eléctrico se propaga a todo lo largo del axón.

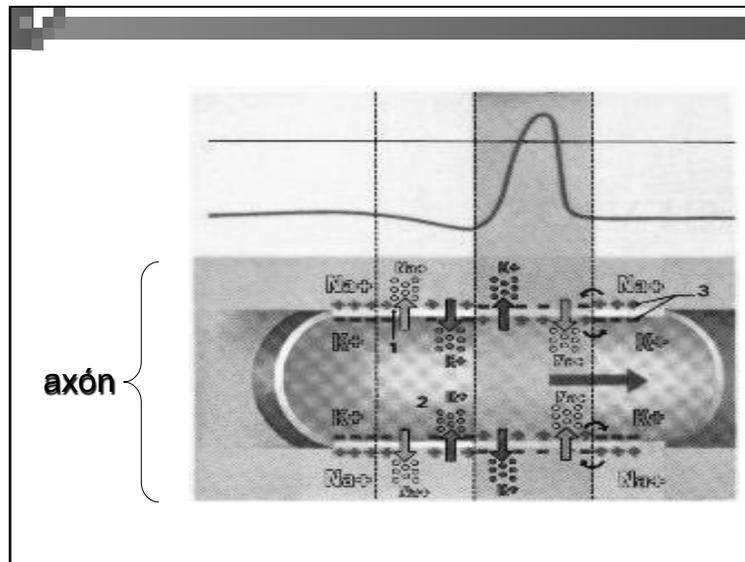


## POTENCIAL DE ACCIÓN

- Al excitar la membrana, el potencial de reposo ( o potencial de membrana) disminuye hasta cero o se invierte, se hace negativo en el exterior y positivo en el interior.

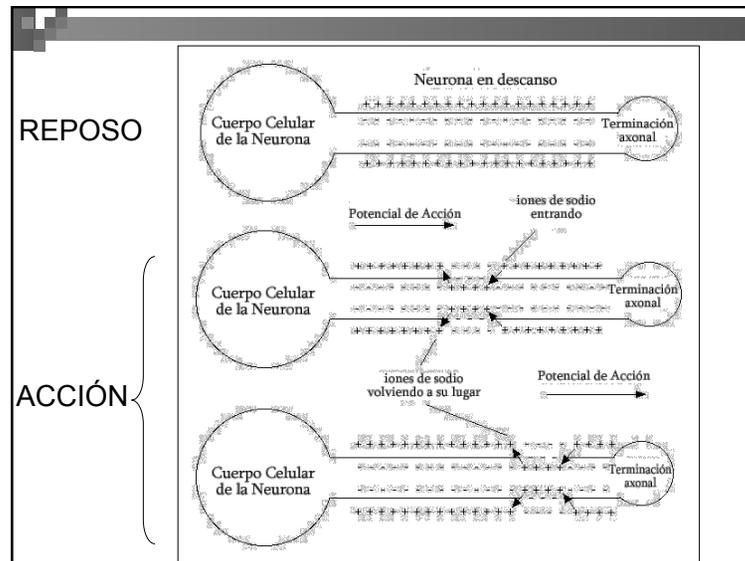
“Es una diferencia de potencial que corre a lo largo del cilindroeje”

Se genera una corriente eléctrica que fluye en el axón.



## Reposo vs. Excitación

- En condiciones de reposo la membranas de las fibras nerviosas son de veinte a cien veces mas permeables para el potasio que para el sodio.
- Al excitarse la membrana, este porcentaje cambia. Y temporalmente se vuelve mas permeable al sodio que al potasio.
- La causa principal del potencial de reposo en la neurona es el paso de iones de potasio a través de la membrana celular.



## CONDUCCIÓN NERVIOSA

- Cualquier factor que origine una penetración de iones de sodio a través de la membrana de una neurona, desencadenará un potencial de acción.
- Diferentes productos químicos pueden estimular una fibra nerviosa, entre ellos ácidos, bases y soluciones salinas.
- Las sustancias más importantes son: la ACETILCOLINA y la NOREPINEFRINA.

## SINAPSIS SEGÚN SU NT

- Las sinapsis que emplean acetilcolina se denominan COLINÉRGICAS. (unión neuromuscular)
- Las sinapsis que emplean norepinefrina se denominan ADRENÉRGICAS. (SNA)
- Estos transmisores químicos pueden acumularse y el espacio sináptico y facilitar la persistencia de los eventos sinápticos, sin embargo, si los transmisores no se utilizan rápidamente se destruyen o pasan al torrente sanguíneo.

## TAREA:

### BUSCAR LOS PRINCIPALES NT Y SUS EFECTOS:

donde se producen y que hacen?

Acetilcolina (ACh)	Adrenalina
Dopamina	Glutamato
Serotonina	GABA
Noradrenalina	Neuropéptido Y
Endorfinas y encefalinas	Oxido nítrico