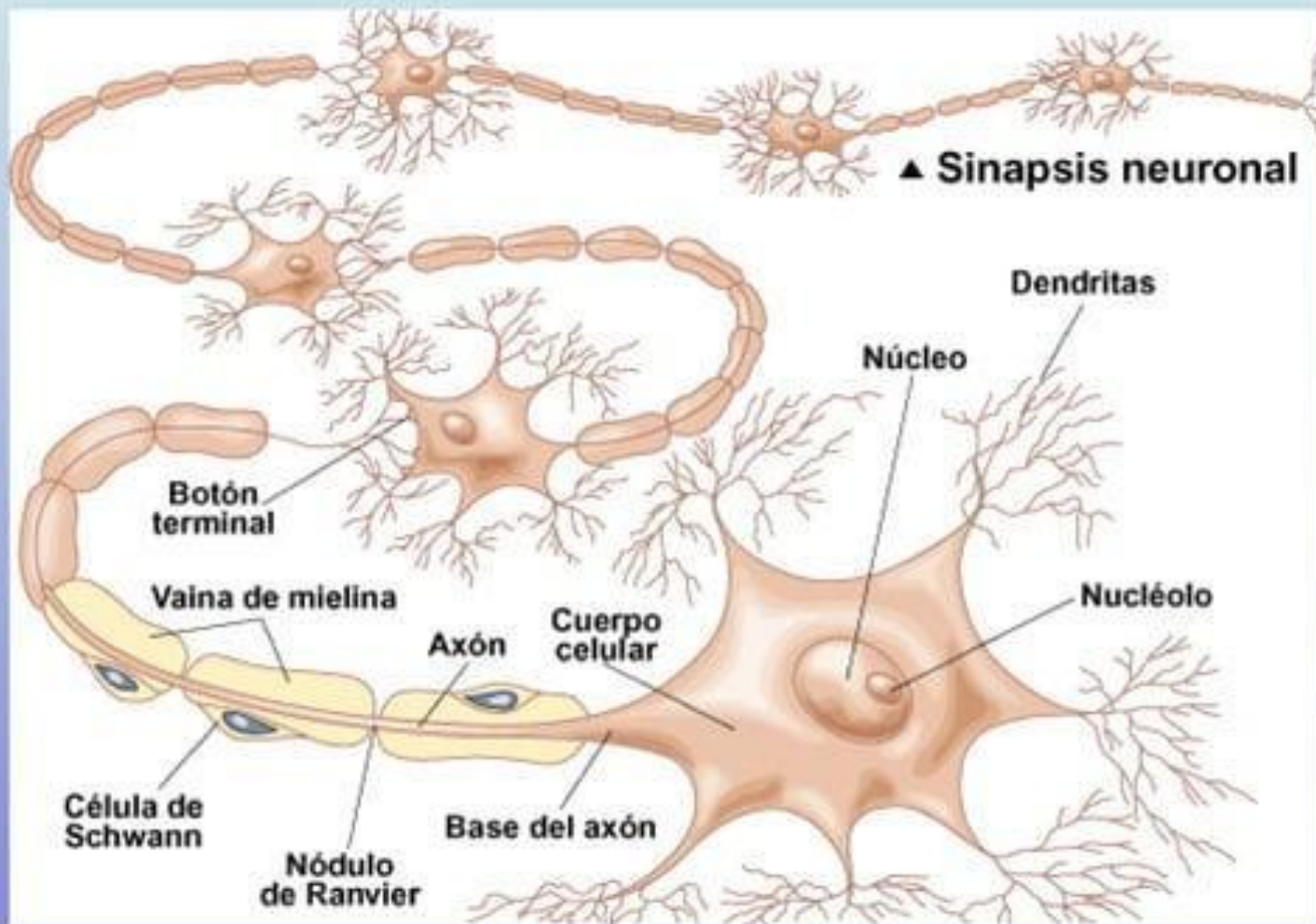
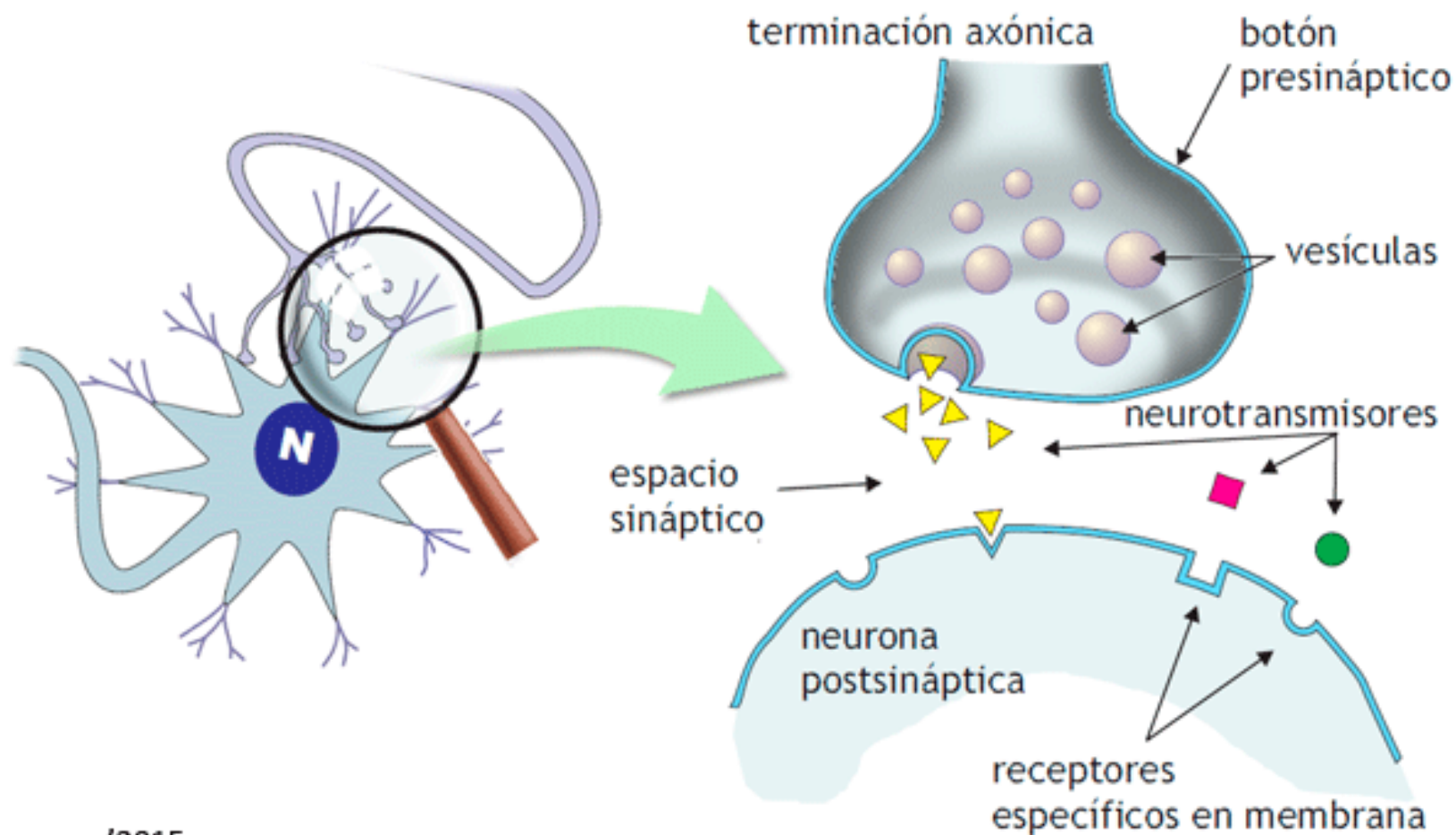


Sinapsis





cmm'2015

Fenómenos eléctricos de las neuronas

Potencial de Reposo

Potencial de Acción

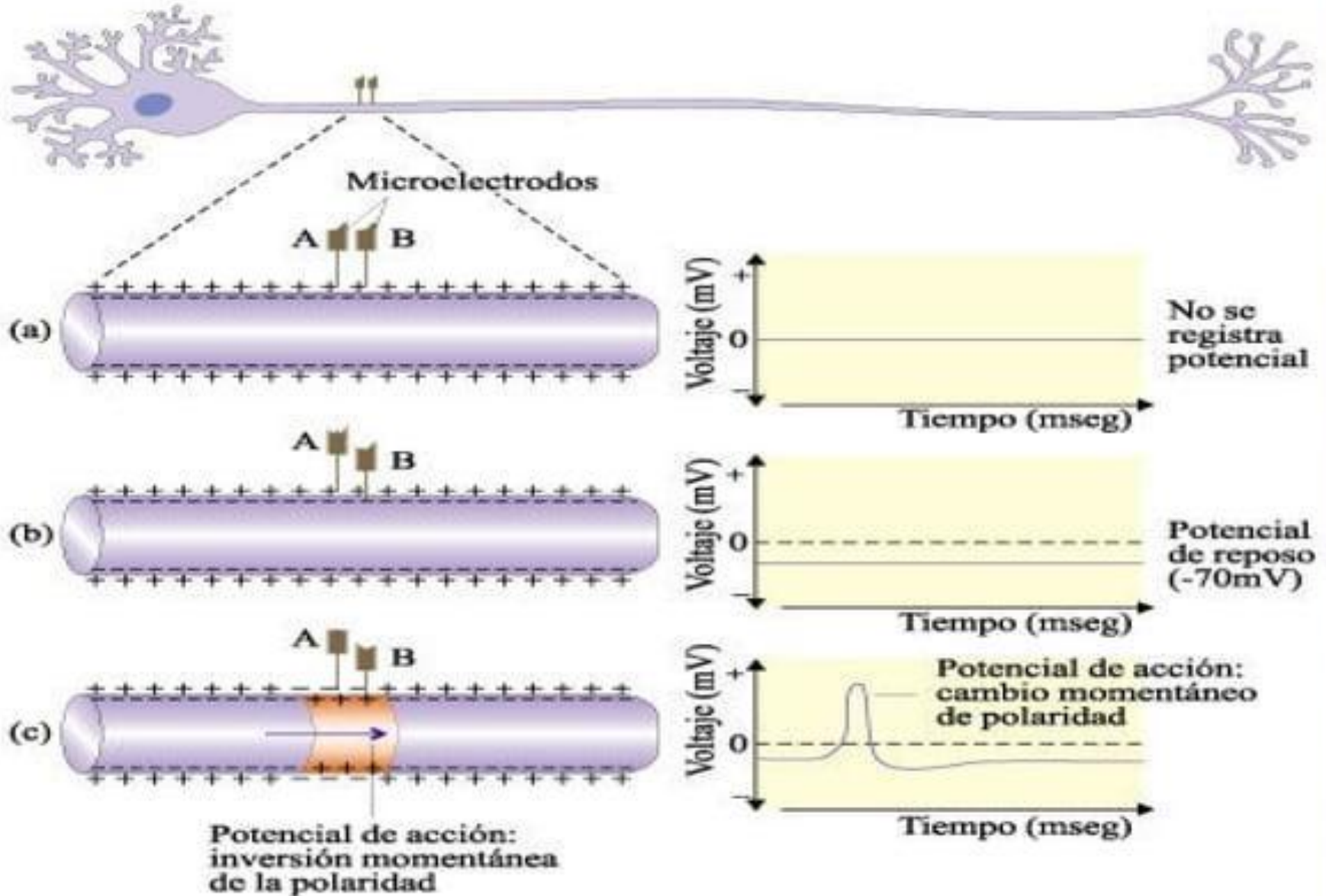
Potencial de Membrana

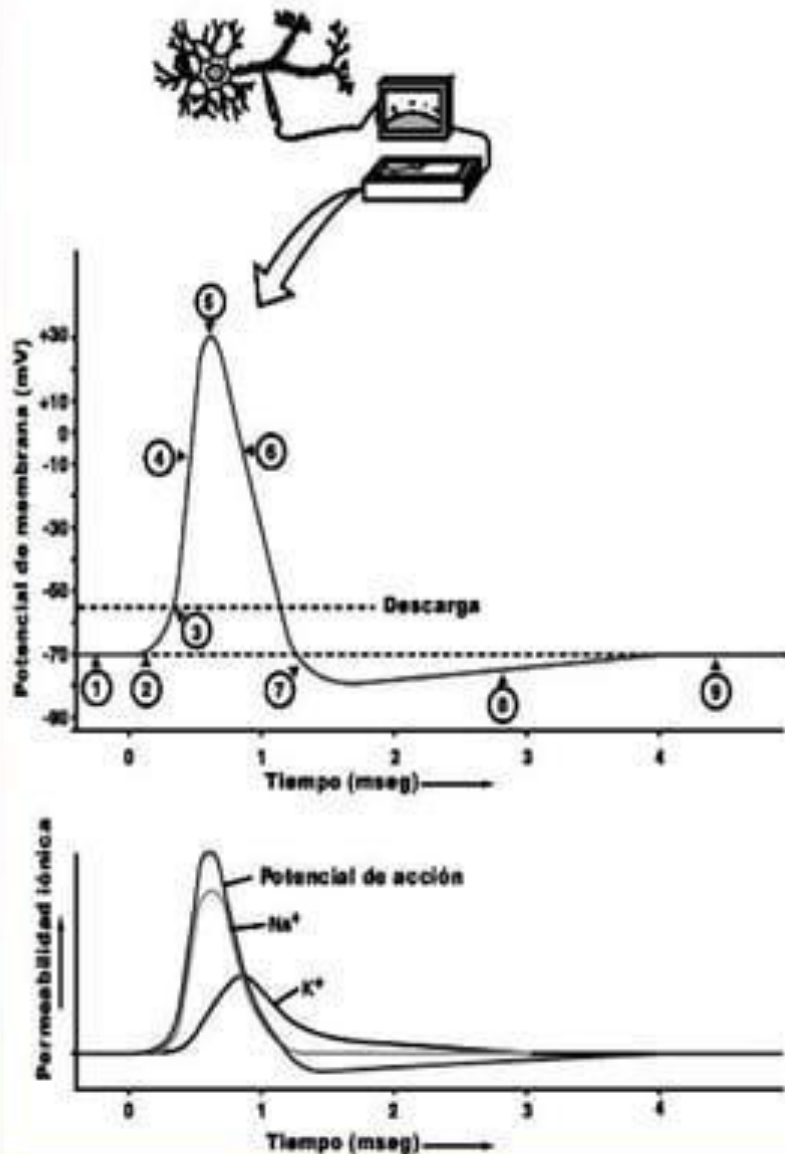
Es el resultado de la diferencia de concentración de ciertos iones en el interior y exterior de la membrana de la neurona. Cuando la **neurona está en reposo**, la **superficie interna de su membrana está cargada negativamente y la externa, positivamente.**

El lado externo tiene mayor concentración de iones Na^+ y Ca^{+2}

En el citoplasma se encuentra iones K^+ , así como una gran cantidad de proteínas cargada negativamente

Membrana polarizada



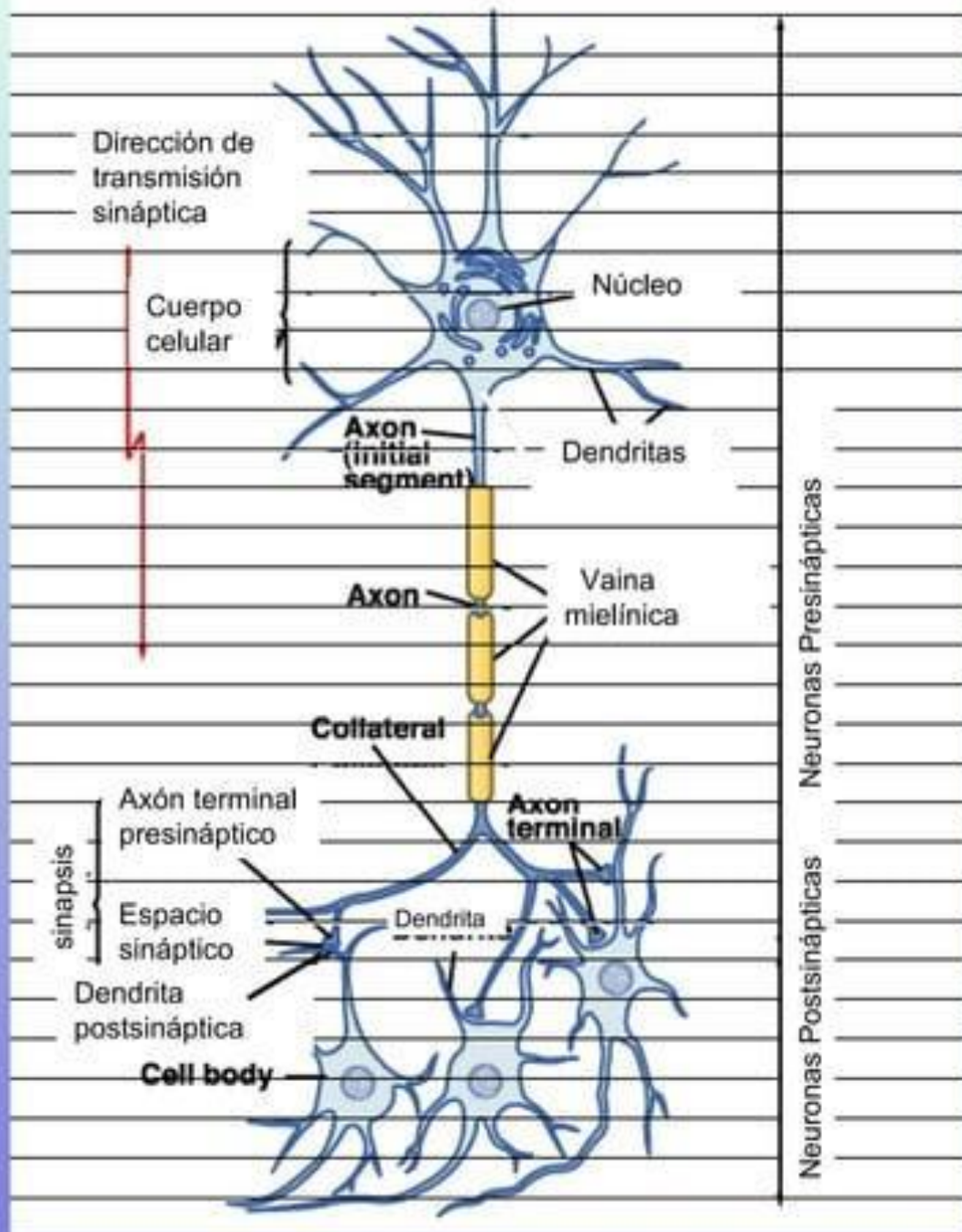


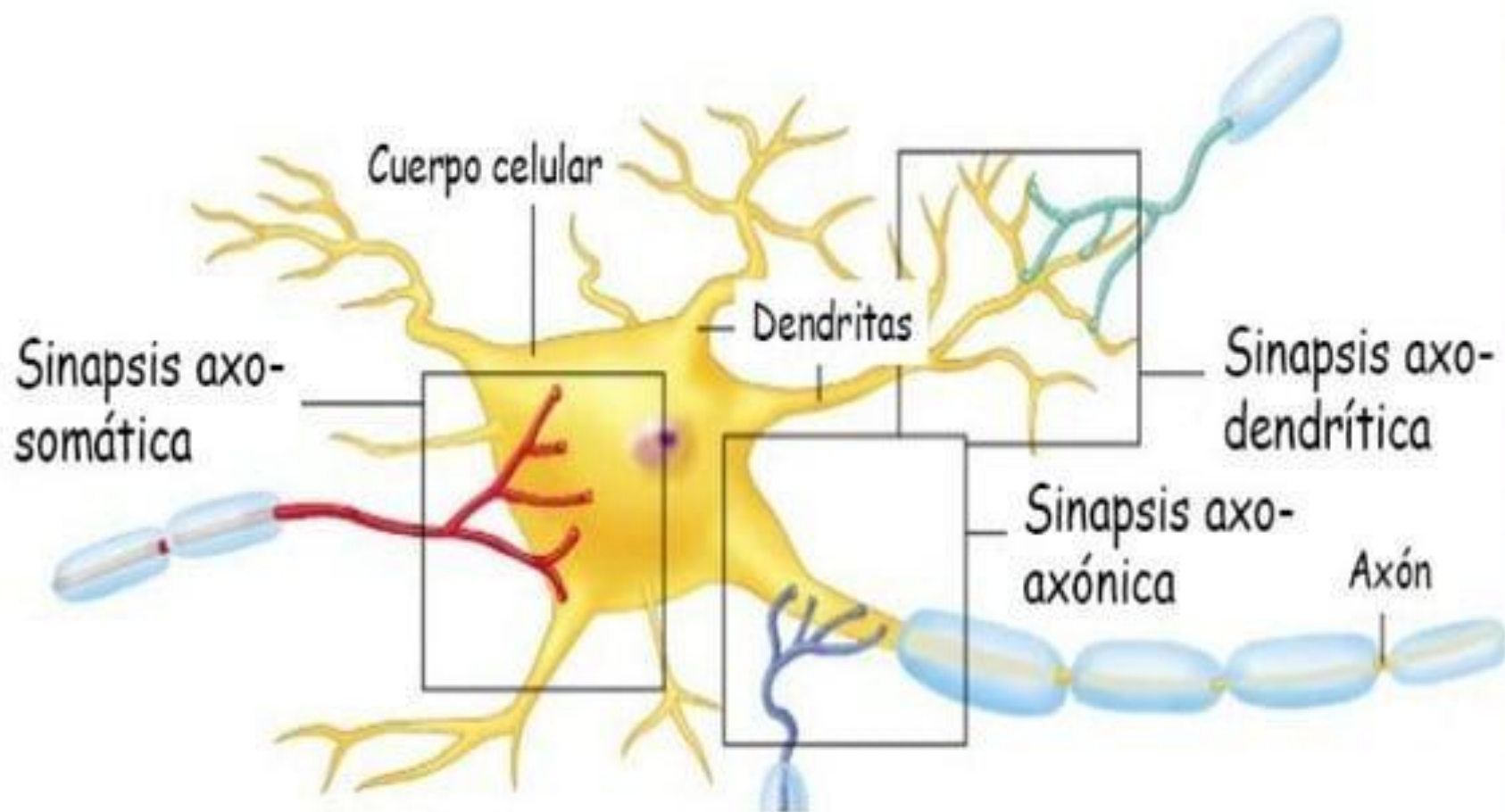
1. Potencial de reposo.
2. Estímulo despolarizante.
3. La membrana se despolariza al llegar al umbral. Se abren los canales de Na^+ voltaje-dependientes y el Na^+ ingresa. Los canales de potasio comienzan a abrirse lentamente.
4. La rápida entrada de Na^+ despolariza la célula.
5. Se cierran canales de Na^+ y se abren lentamente los de K^+ .
6. El K^+ sale hacia el fluido extracelular.
7. Los últimos canales de K^+ se abren y el ion sale, provocando la hiperpolarización.
8. Cierre de los canales de K^+ voltaje dependientes y algunos iones de K^+ ingresan a la célula a través de canales. Acción de la bomba Na^+ / K^+ .
9. La célula retorna a su estado de reposo, recuperando su potencial de reposo.

Conexiones neuronales

- Las neuronas se comunican mediante señales eléctricas
 - Son **excitables**
 - El soma (cuerpo celular) tiene un extenso RE y un nucleolo prominente
 - Largos apéndices:
 - Dendritas (reciben info)
 - Axones (llevan info); algunos están cubiertos de mielina

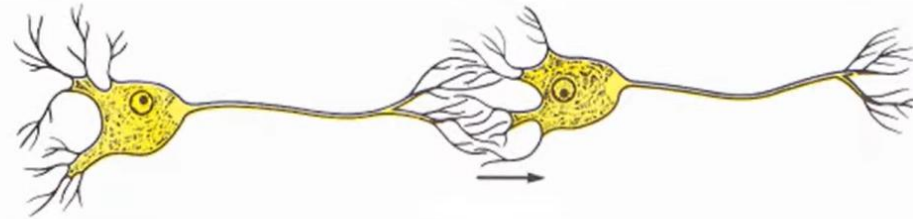
Importante destacar que en las dendritas pueden tener en su superficie unas estructuras llamadas espinas que les permite hacer sinapsis con otras neuronas.



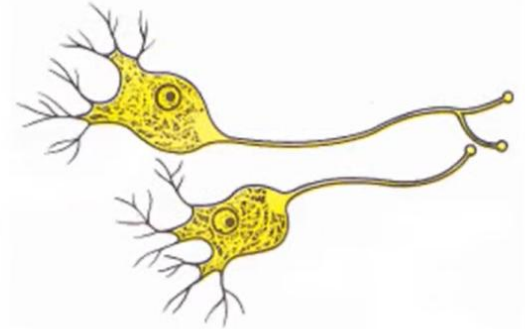


Las sinapsis
ENTRE NEURONAS
pueden clasificarse
morfológicamente en...

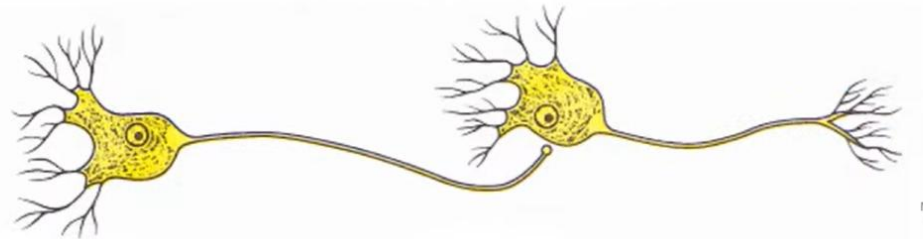
Axodendríticas



Axoaxónicas



Axosomáticas



Neurofilamentos

Sinapsis
axoaxónica

Sinapsis
axosomática

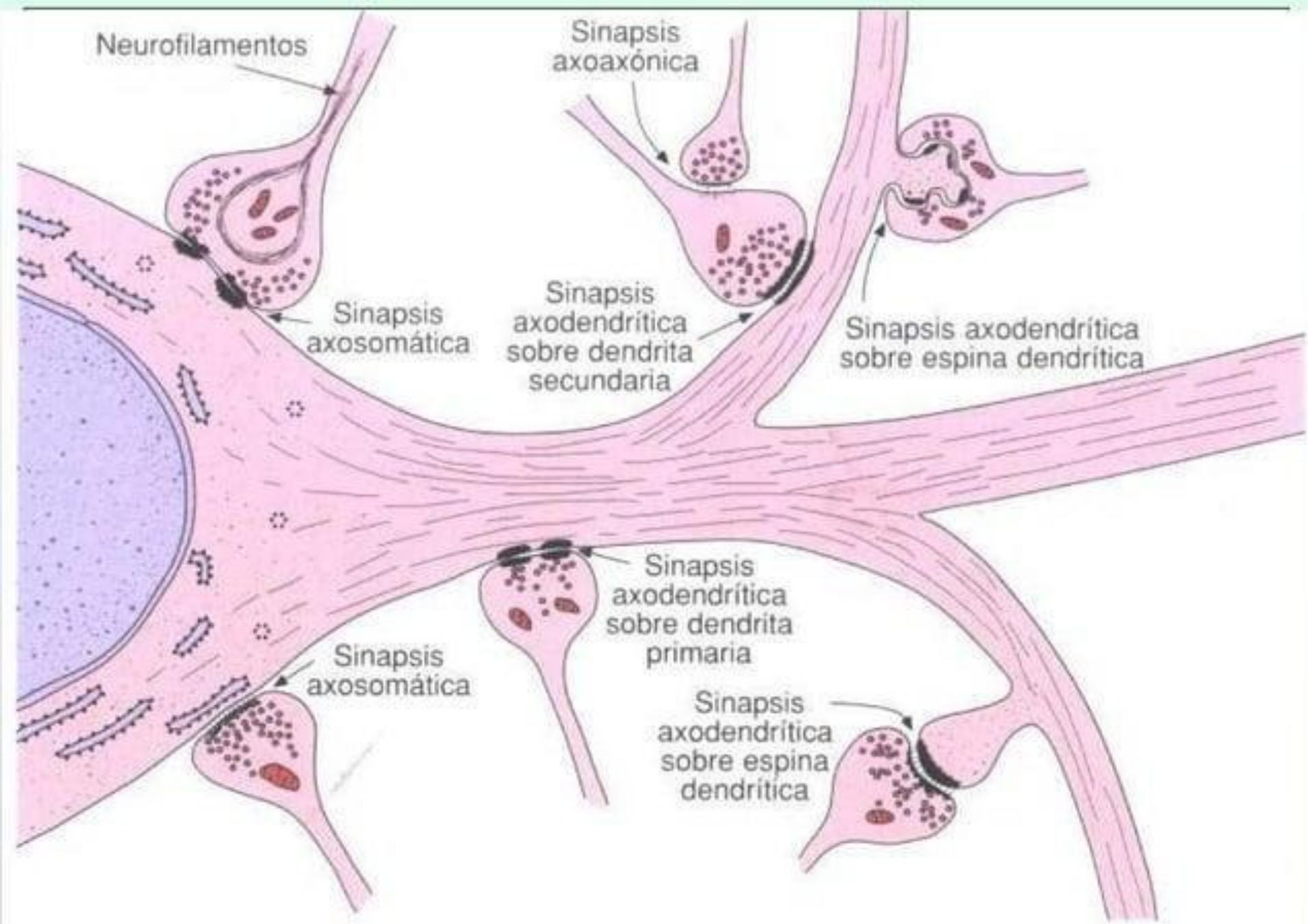
Sinapsis
axodendrítica
sobre dendrita
secundaria

Sinapsis axodendrítica
sobre espina dendrítica

Sinapsis
axosomática

Sinapsis
axodendrítica
sobre dendrita
primaria

Sinapsis
axodendrítica
sobre espina
dendrítica



Transmisión sináptica

Sinapsis: contacto entre las neuronas donde tiene lugar la transmisión de la información. Entre una célula **presináptica** y una célula **postsináptica** (nerviosa, muscular o glandular), siendo el flujo de información de la 1ª a la 2ª.

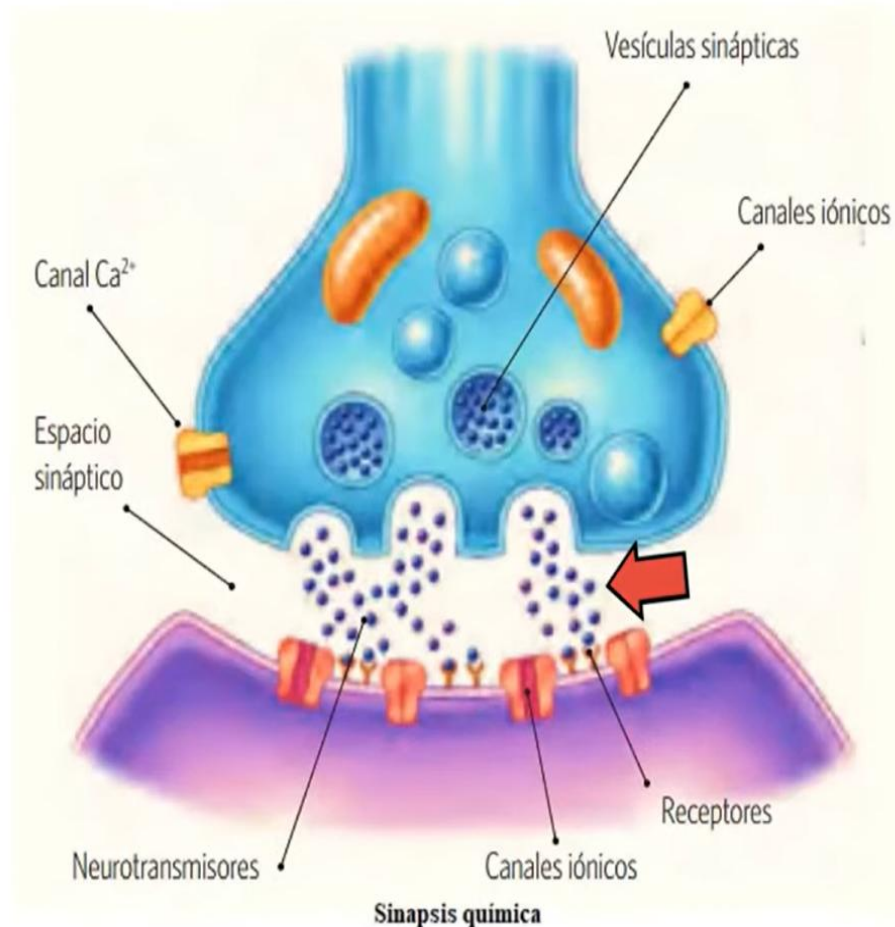
Tipos:

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



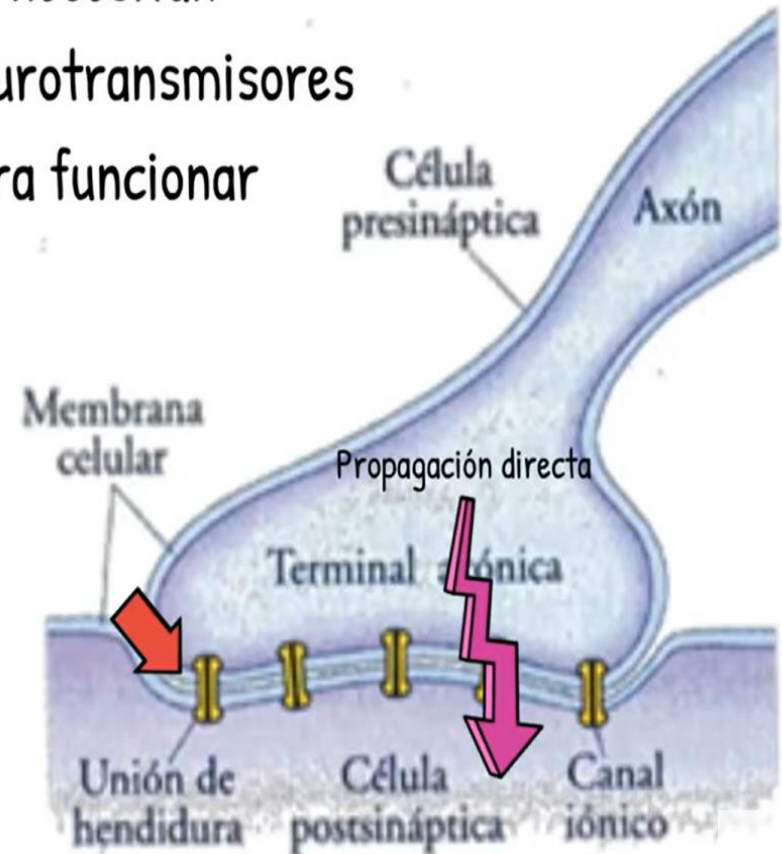
Estas sinápsis pueden ser...

QUÍMICAS



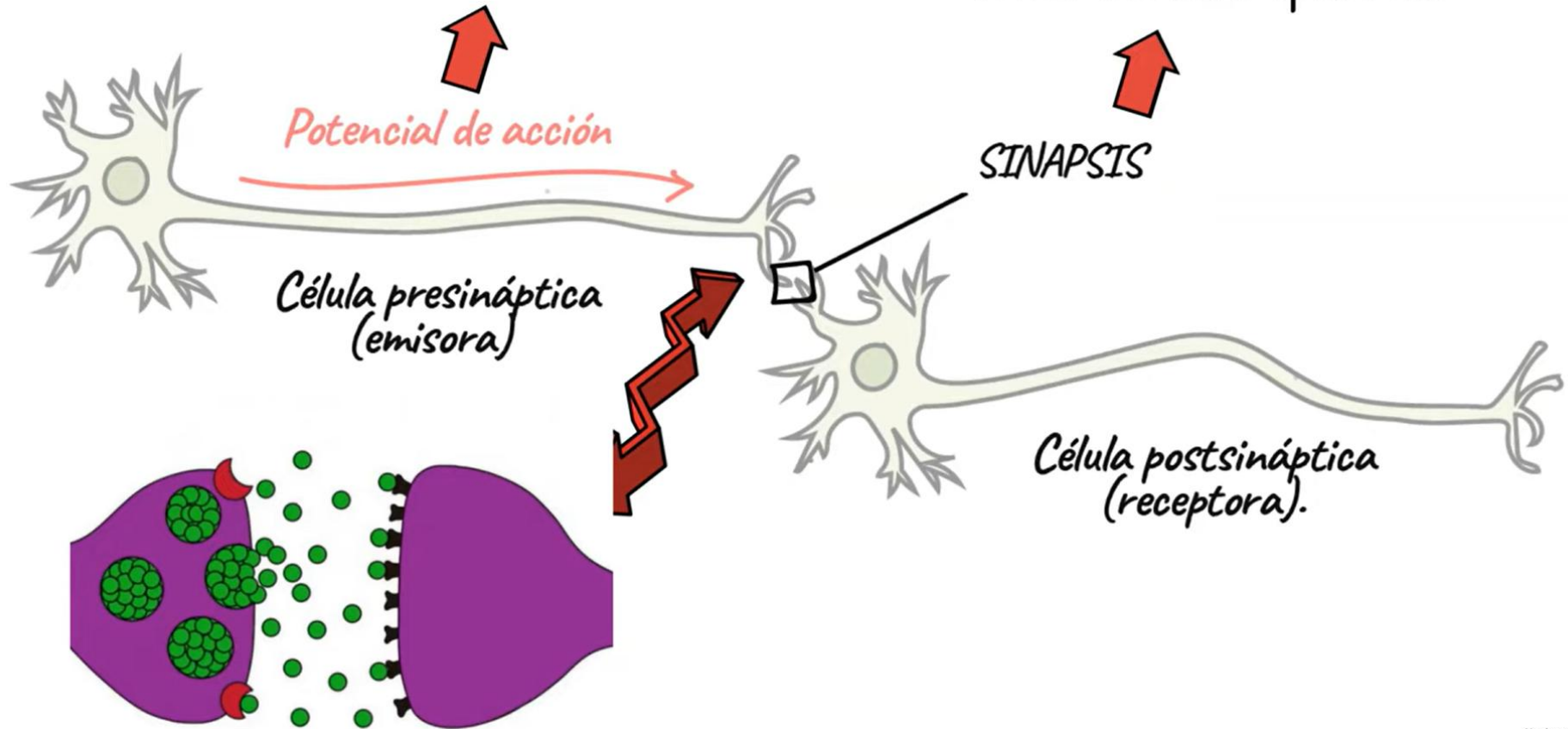
ELÉCTRICAS

No necesitan neurotransmisores para funcionar



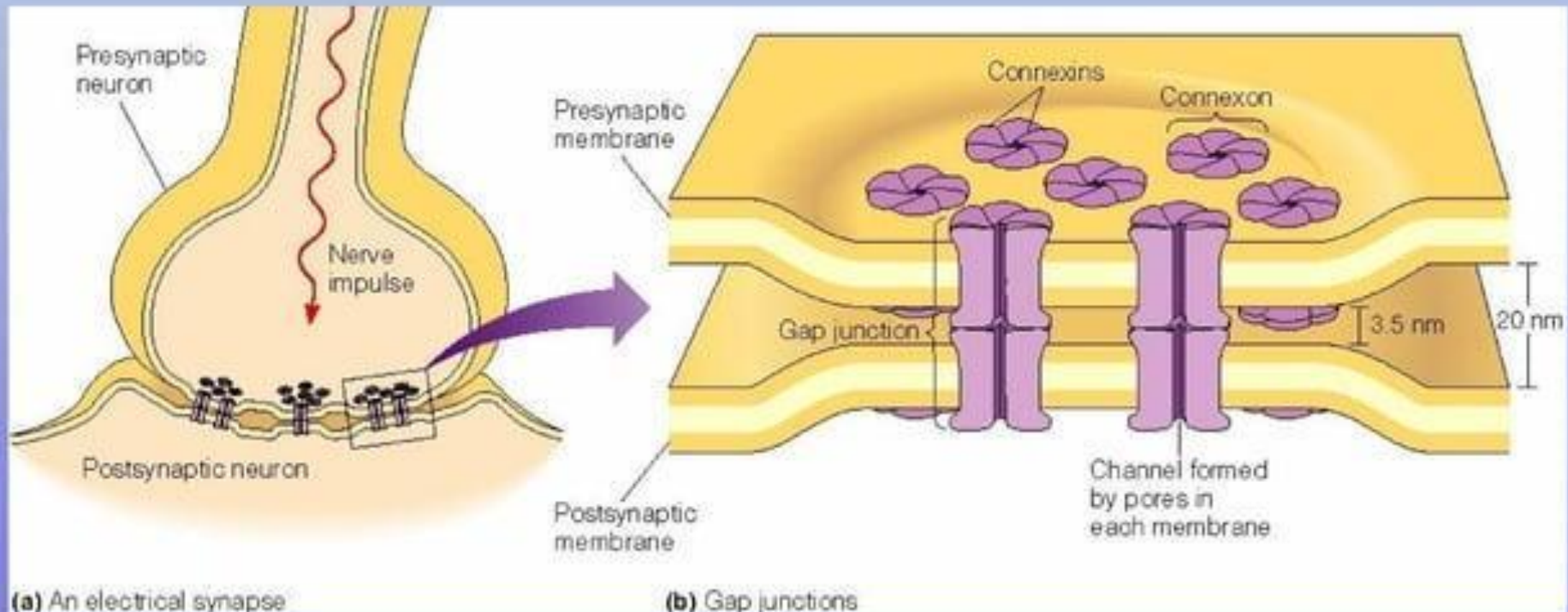
"Todo o nada"

Fuerza variable y puede tener efectos opuestos

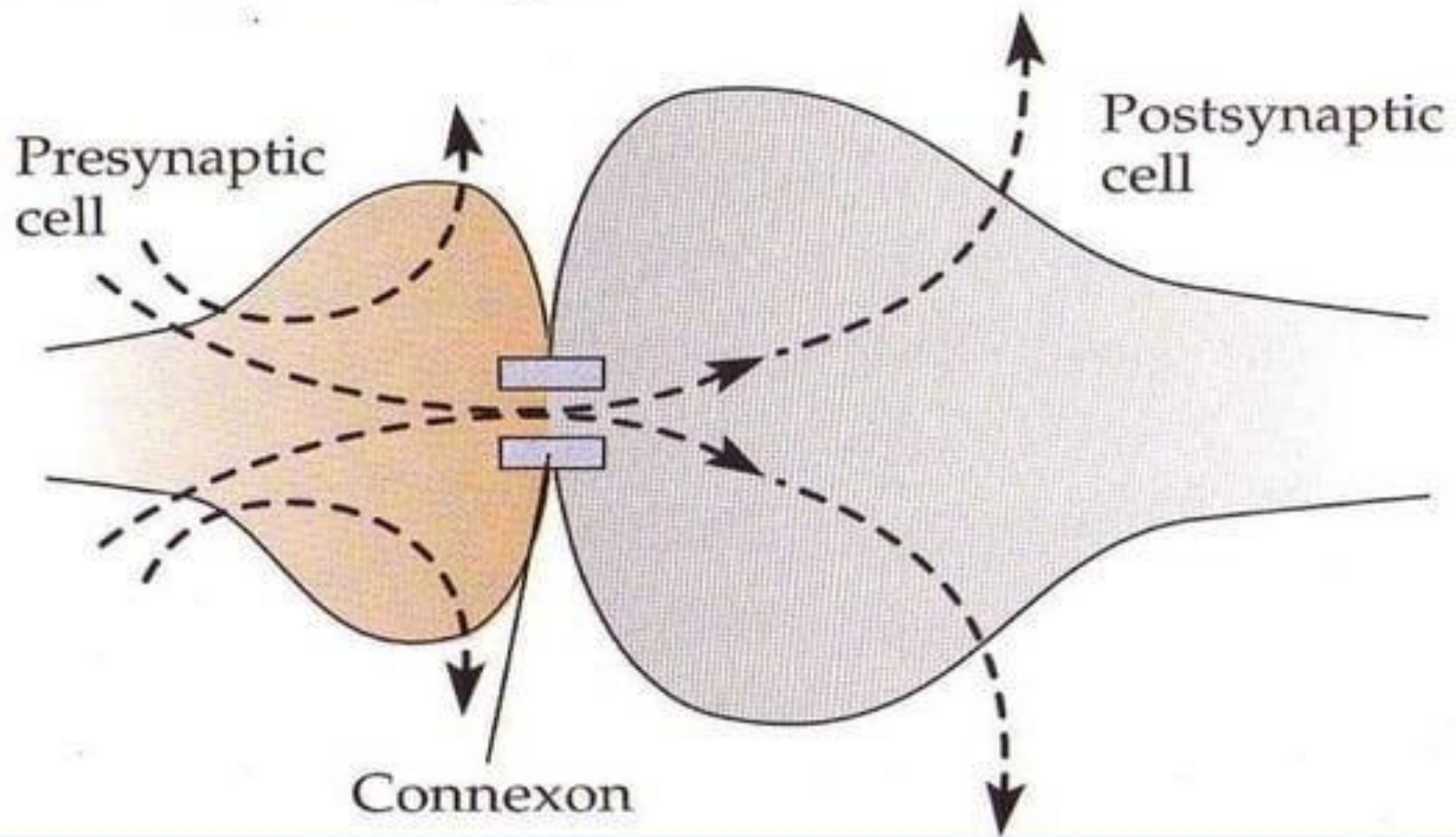


Sinapsis eléctricas

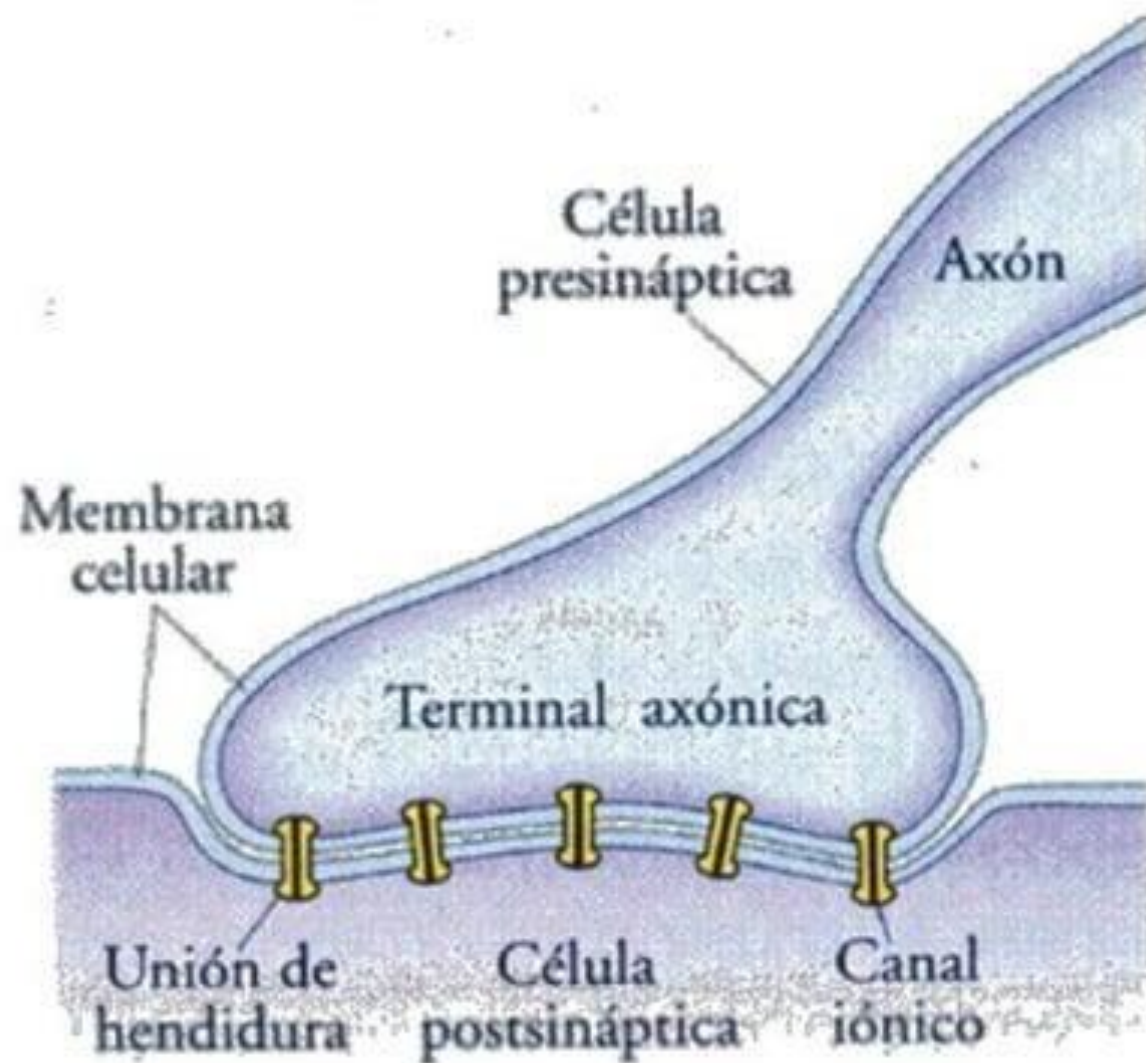
- El potencial de acción se transmite a la neurona postsináptica por el flujo directo de corriente: continuidad entre citoplasmas.
- La distancia entre membranas es de unos 3 nm.
- El flujo de corriente pasa a través de uniones comunicantes (gap junctions formadas por conexinas). Es bidireccional.
- El hexámero (son 6) de conexinas forma el conexón.
- **Función:** desencadenar respuestas muy rápidas.



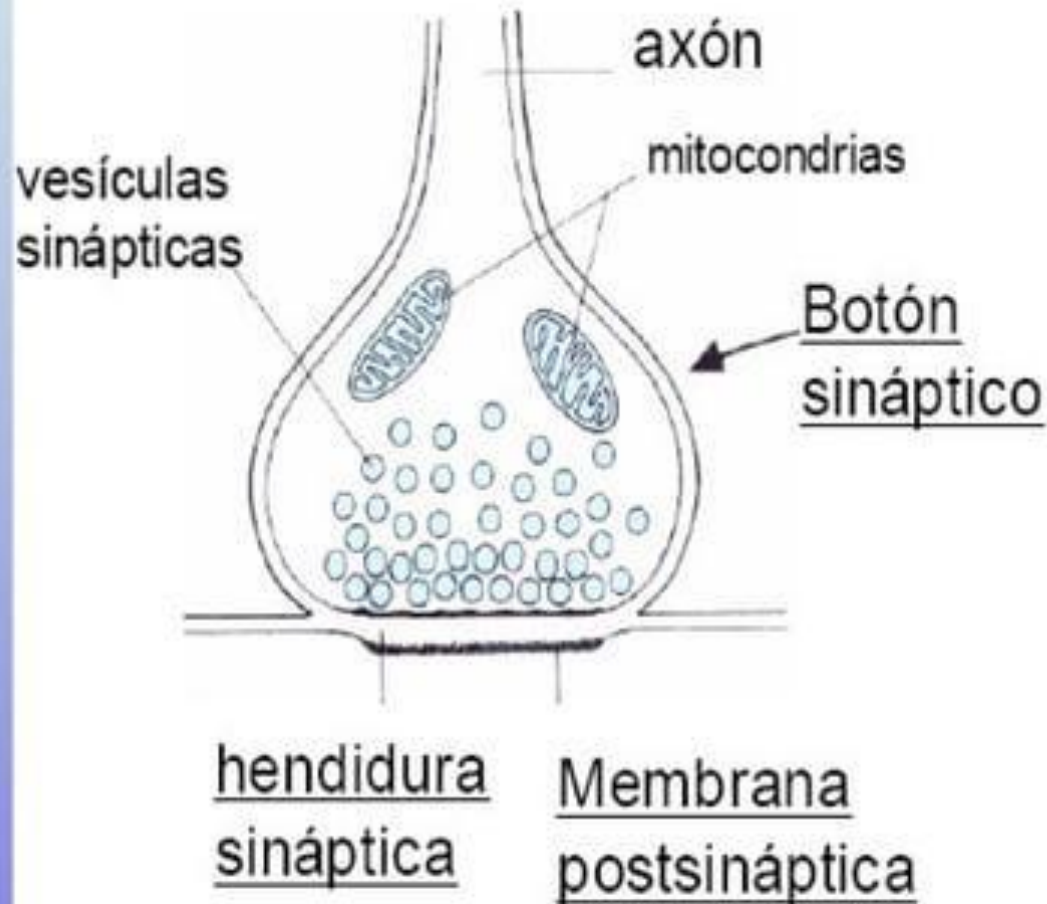
(A) Electrical synapse



UNIÓN SINÁPTICA ELÉCTRICA



Sinapsis Química

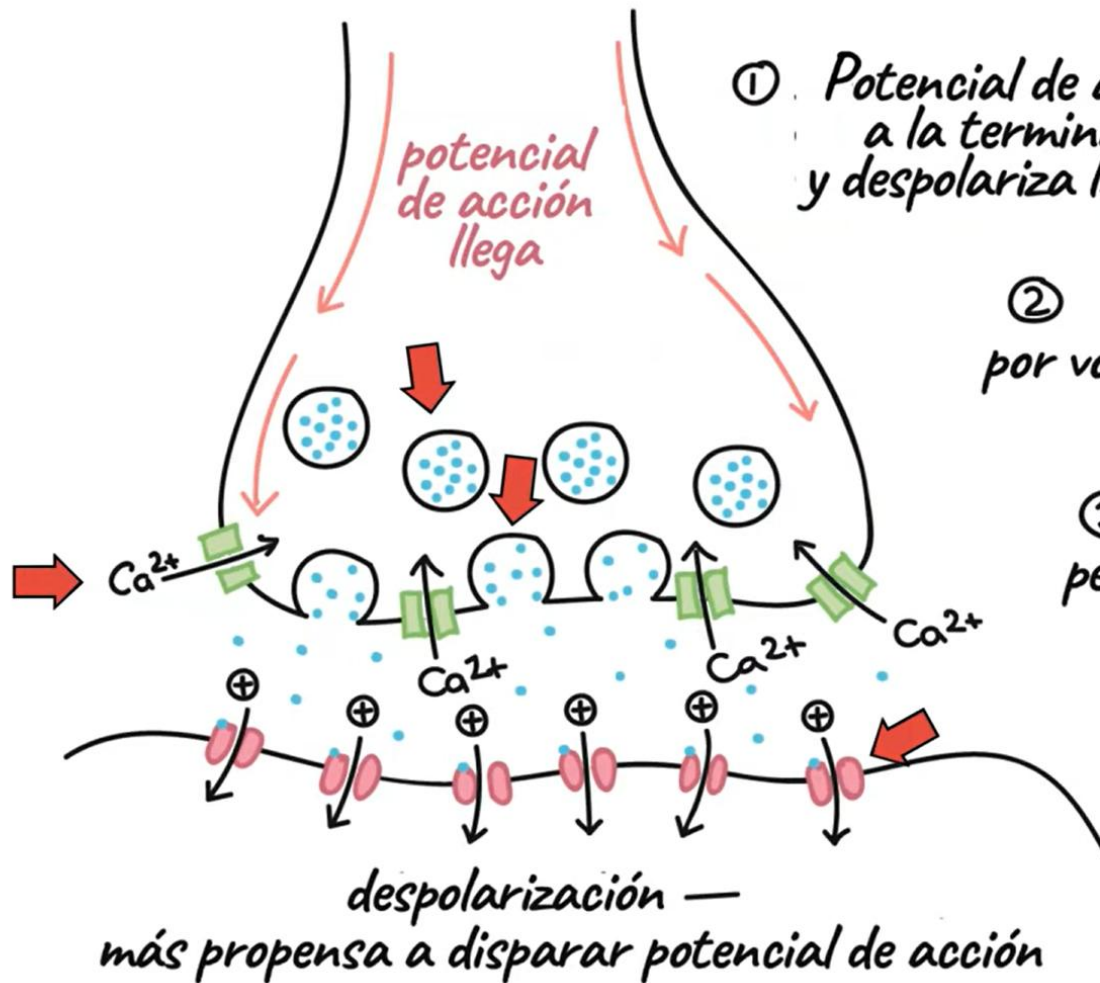


Una neurona puede hacer sinapsis con:

otra neurona

fibra muscular

célula glandular

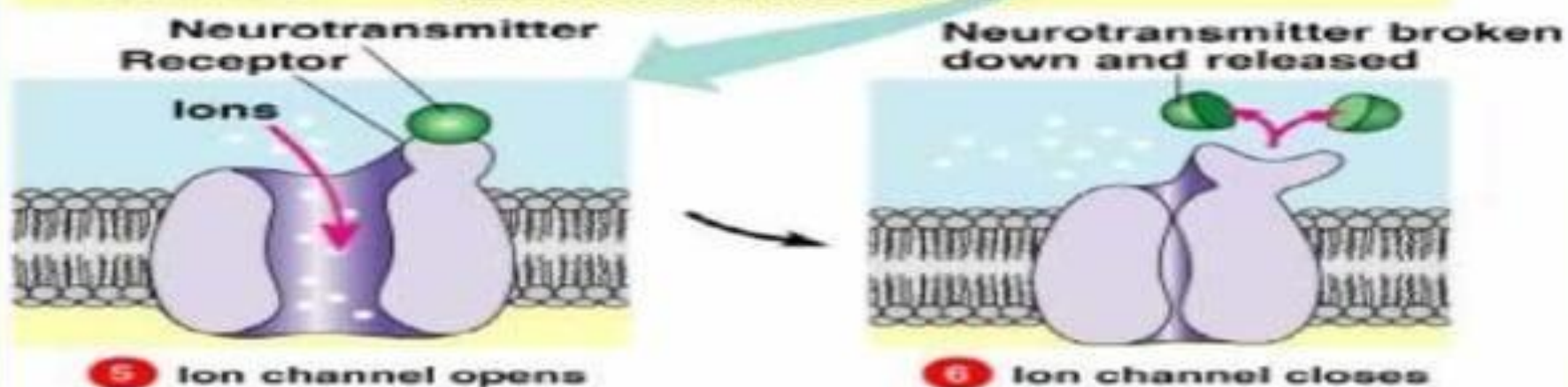
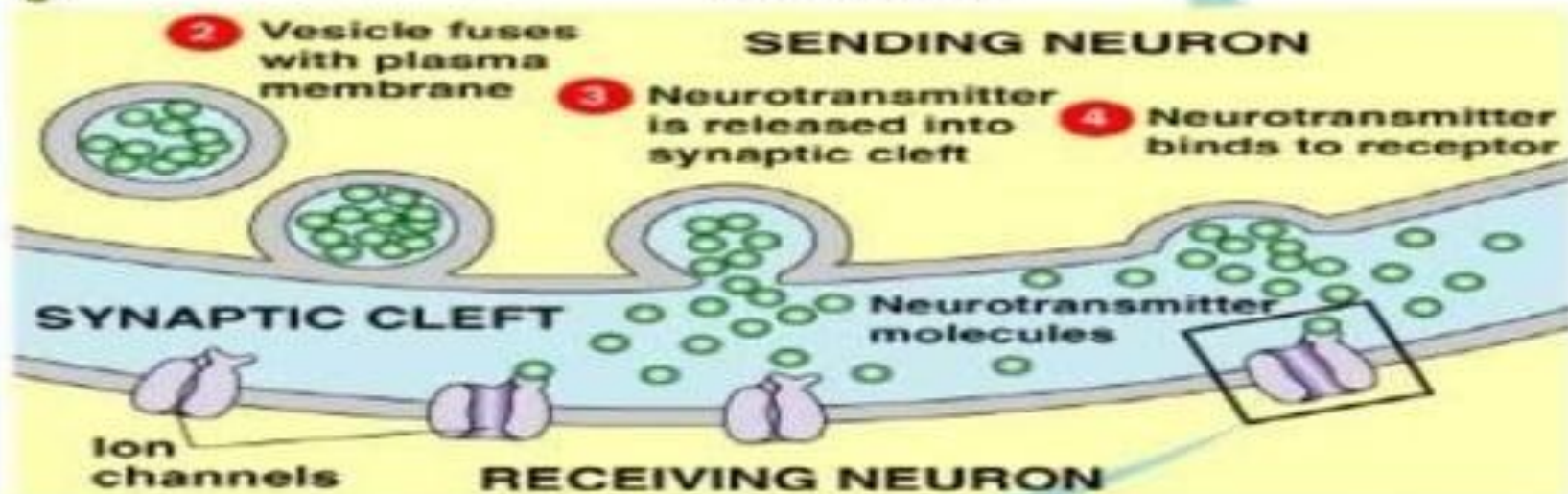
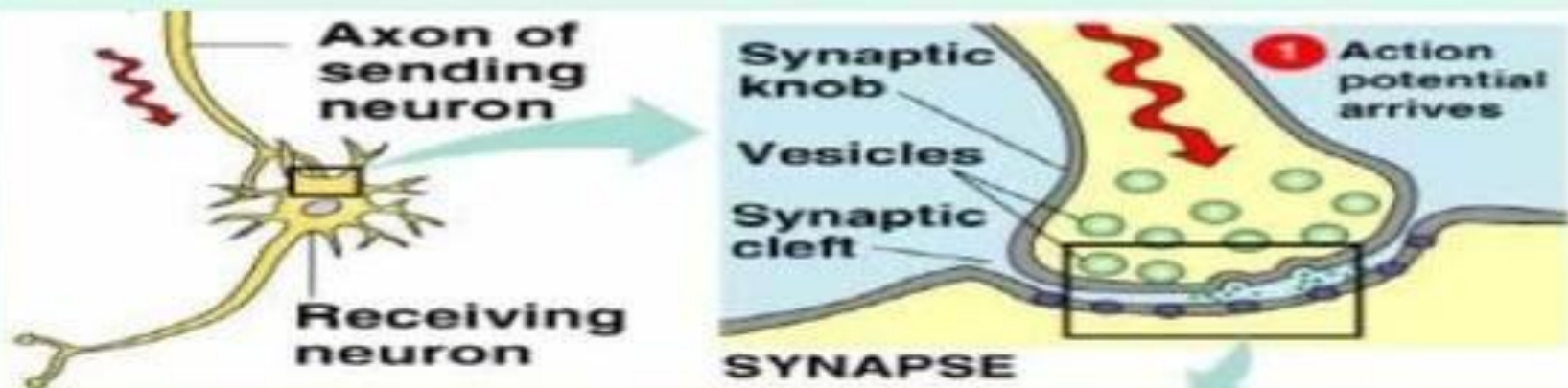


① Potencial de acción llega a la terminal axónica y despolariza la membrana.

② Canal Ca^{2+} activado por voltaje se abre y Ca^{2+} fluye.

③ La afluencia de Ca^{2+} permite que las vesículas sinápticas liberen neurotransmisores.

④ Neurotransmisor se une a los receptores en la célula blanco (en este caso, causando que los iones positivos fluyan).



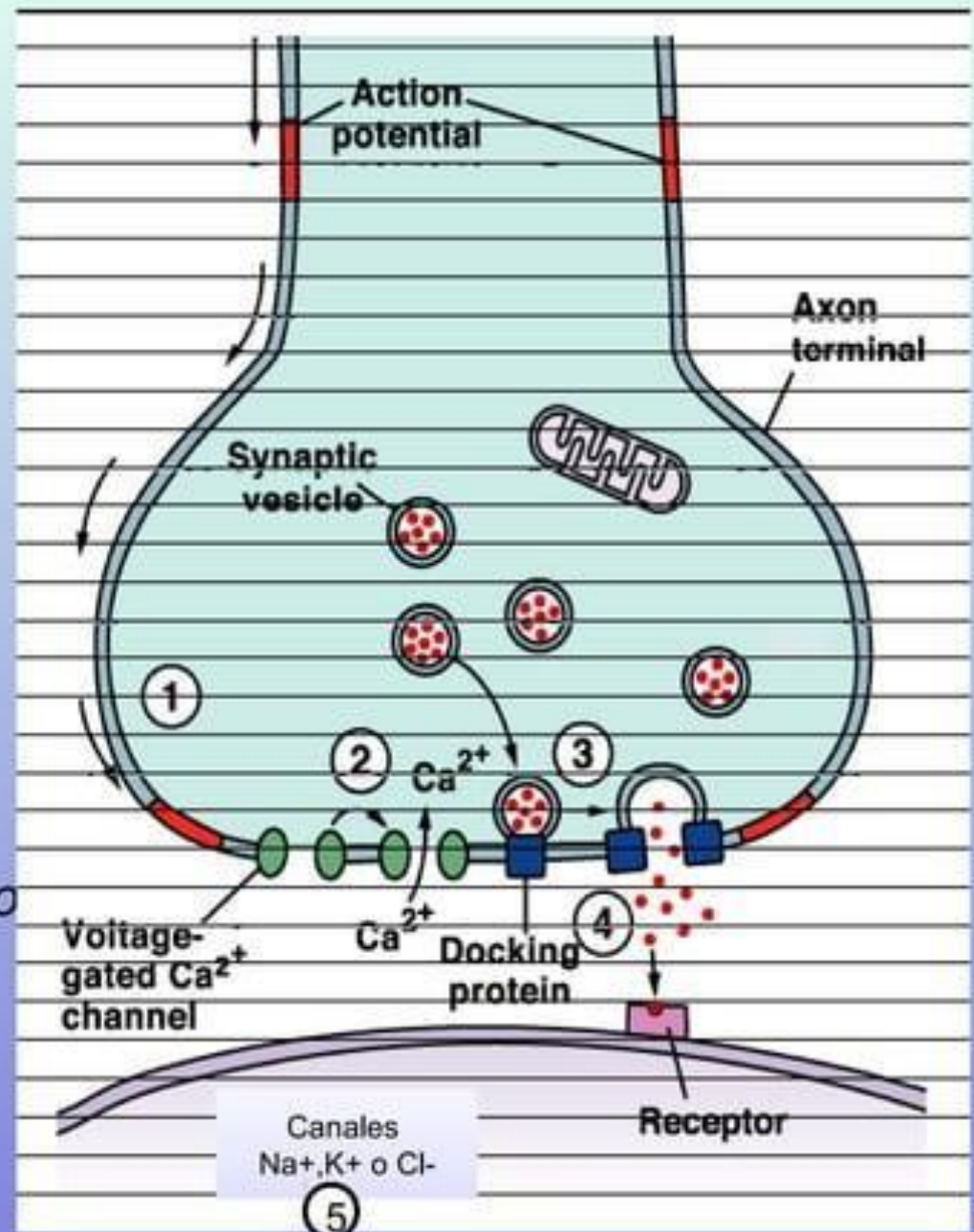
1.- Propagación del PA en la neurona presináptica

2.- Entrada de Calcio

3.- Liberación del NT por exocitosis

4.- Unión del NT al receptor postsináptico

5.- Apertura de canales iónicos específicos en la membrana postsináptica



Potenciales postsinápticos

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: potencial que tiene lugar por apertura de canales iónicos no selectivos que no dan lugar a potenciales 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
Ambos PEPS y PIPS son potenciales graduados (locales)

Potencial postsináptico excitador (PPE):

cambio de potencial de membrana de una célula postsináptica a un valor menos negativo y de esta forma incrementa la probabilidad de que se genere un Potencial de Acción en la célula.

Potencial postsináptico inhibitor (PPI):

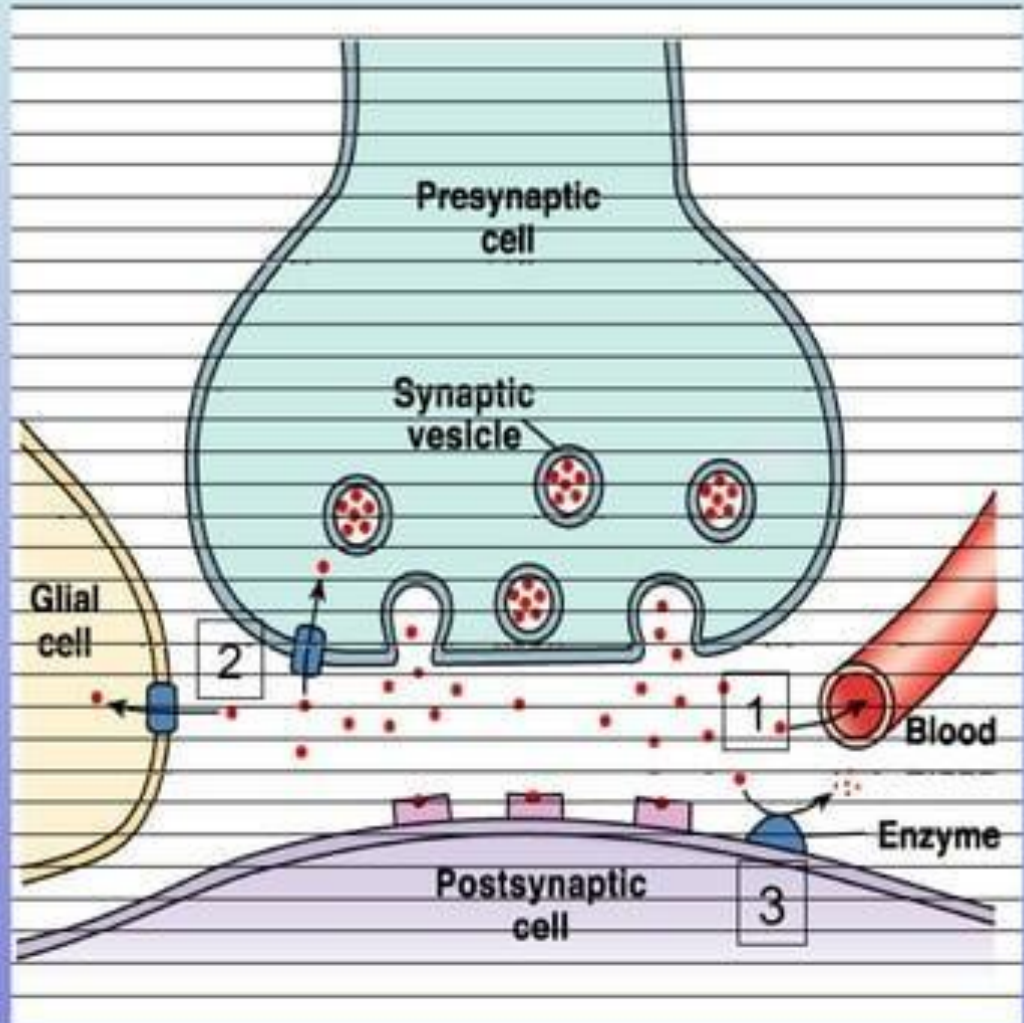
cambio de potencial de membrana de una célula postsináptica a un valor más negativo y de esta forma disminuye la probabilidad de que se genere un Potencial de Acción en la célula.

FIN DE LA TRANSMISIÓN SINÁPTICA

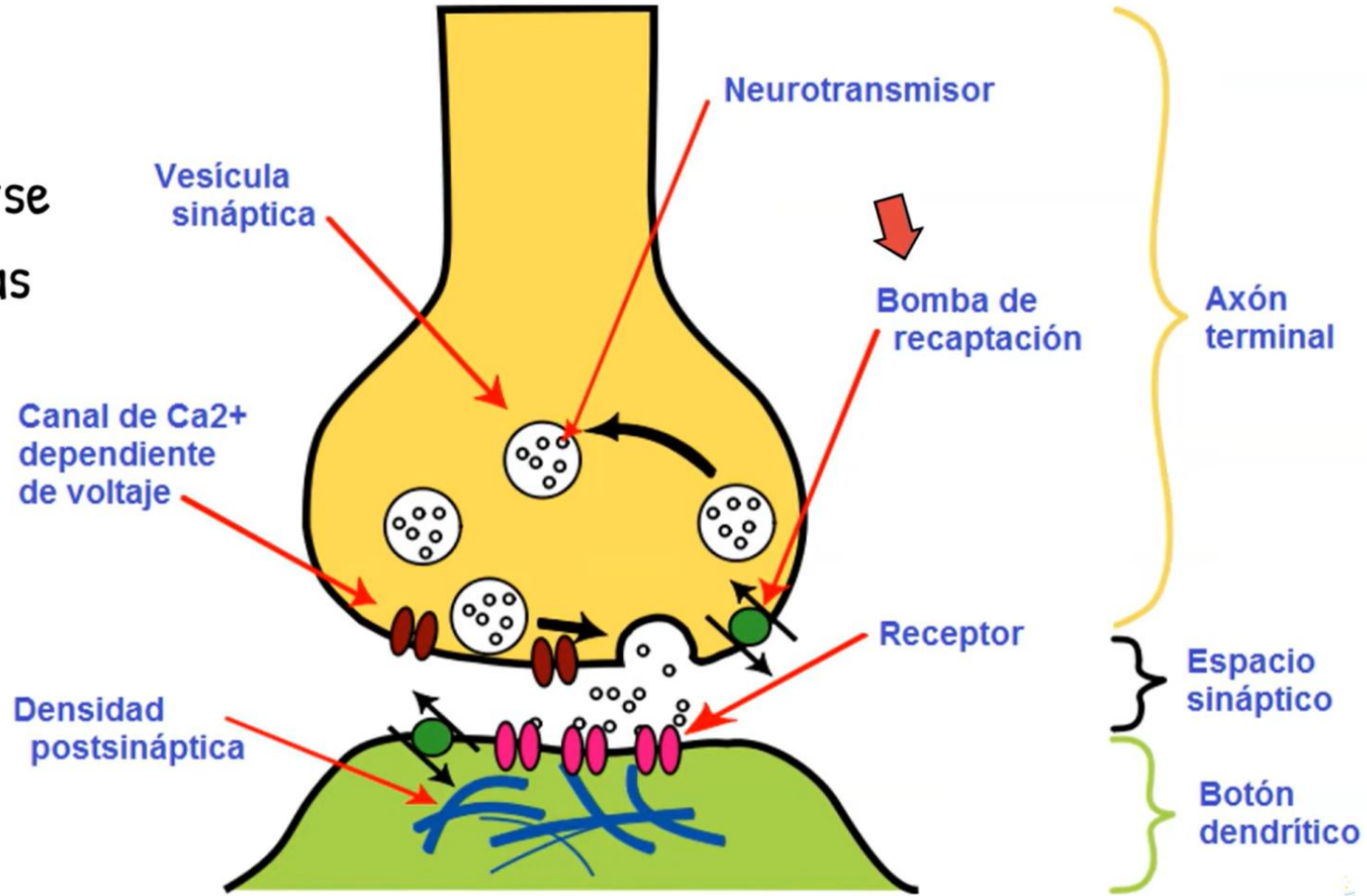
1.- Difusión de la sinápsis

2.- Recaptación
(neurona pres. o glía)

3.- Degradación

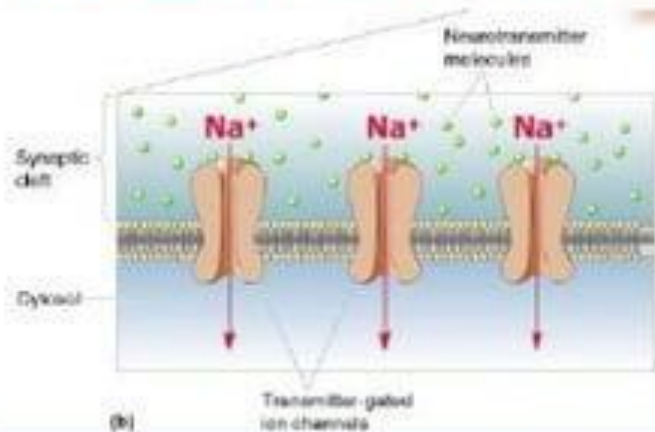


Las moléculas de transmisor pueden difundirse o ser degradadas por enzimas específicas



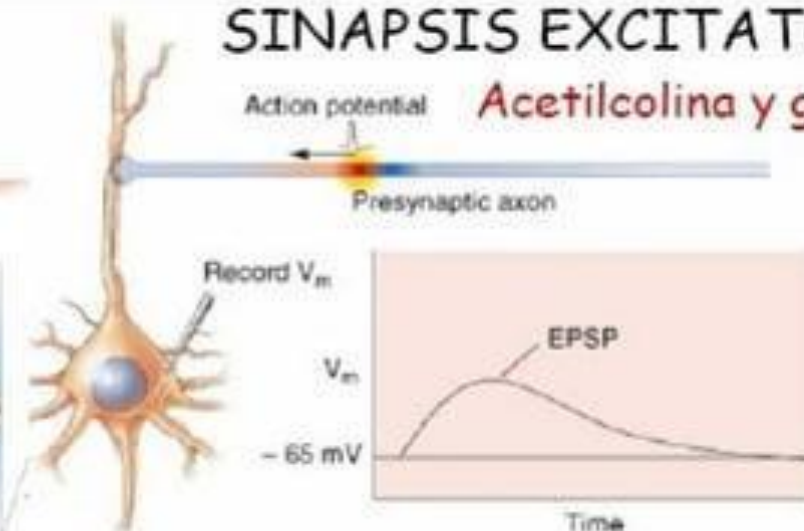
Sinapsis químicas: tipos

Potencial postsináptico excitador (EPSP= PEPS)

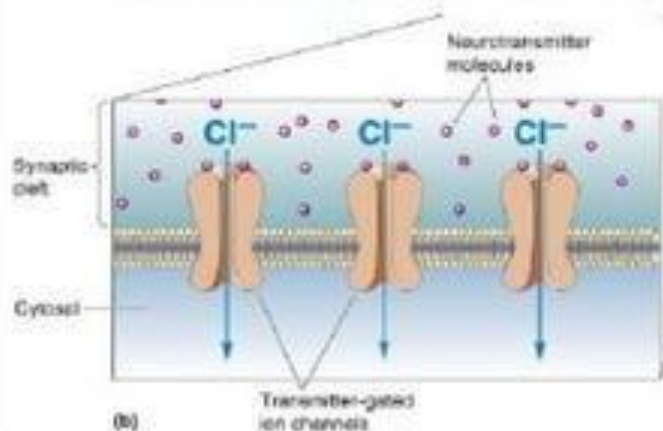


SINAPSIS EXCITATORIAS

Acetilcolina y glutamato

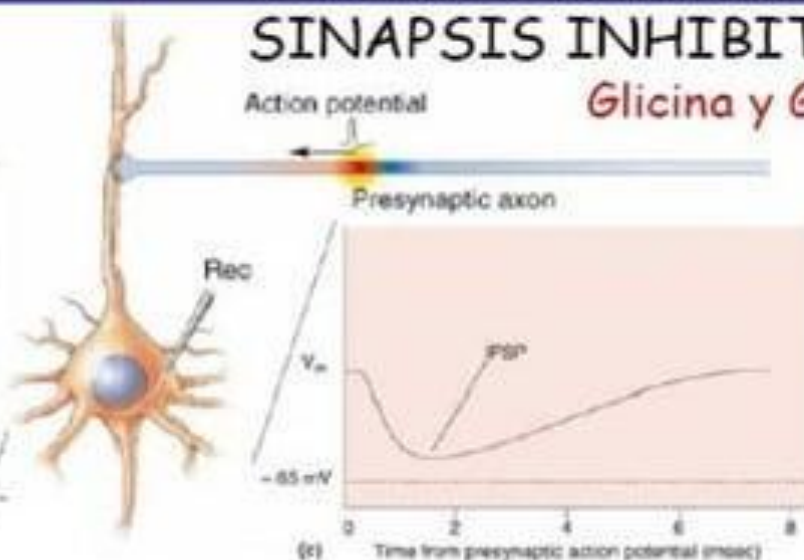


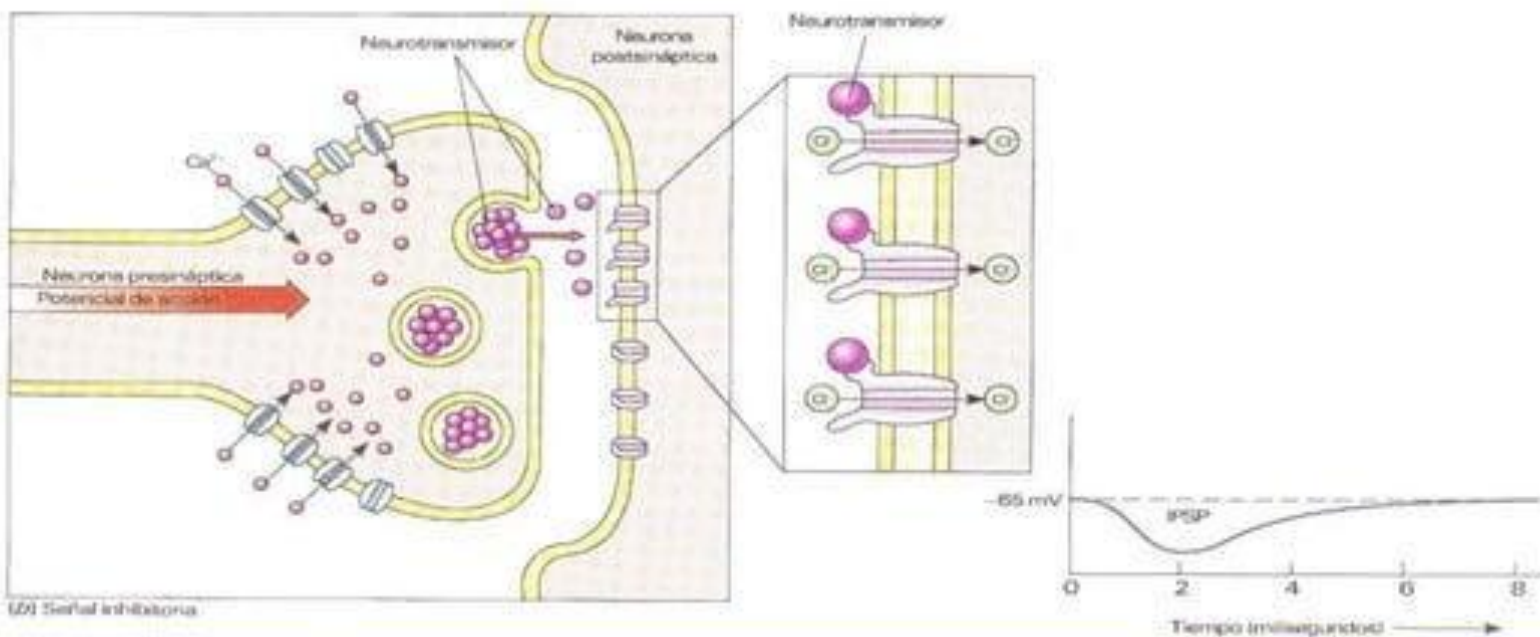
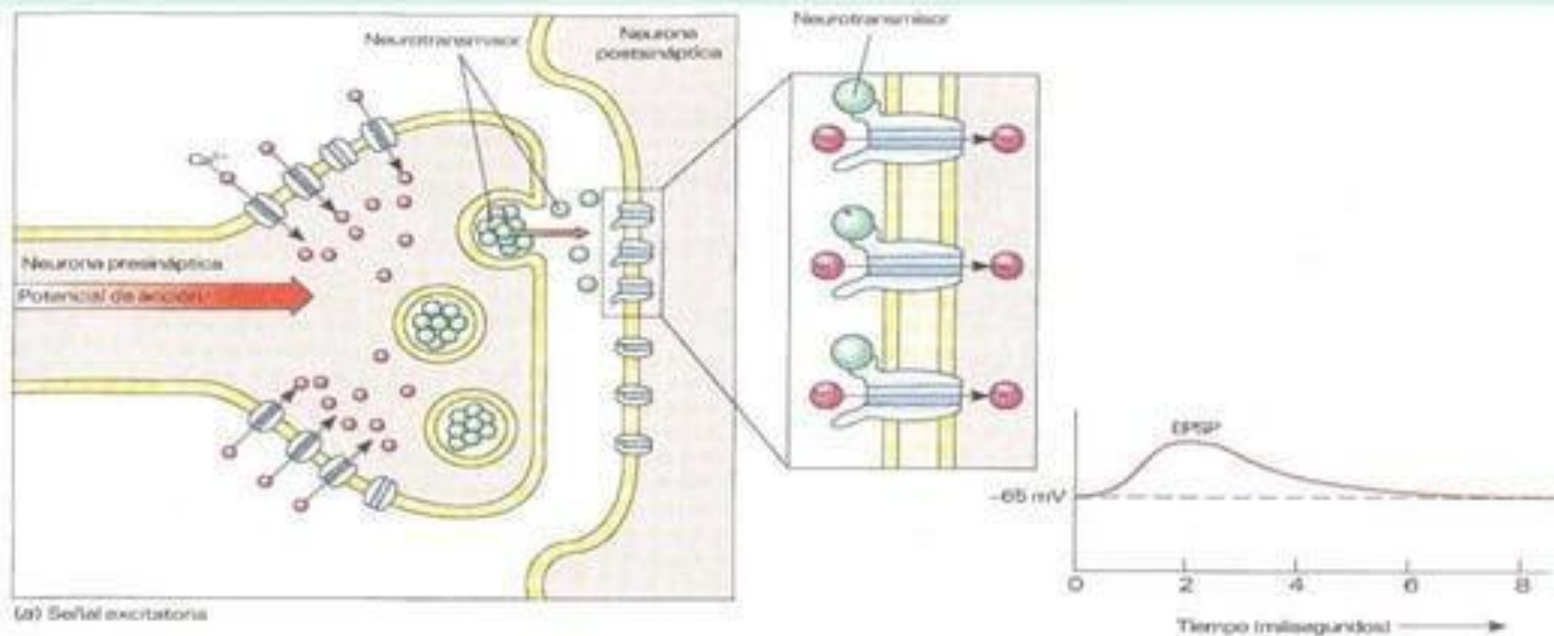
Potencial postsináptico inhibidor (IPSP= PIPS)



SINAPSIS INHIBITORIAS

Glicina y GABA

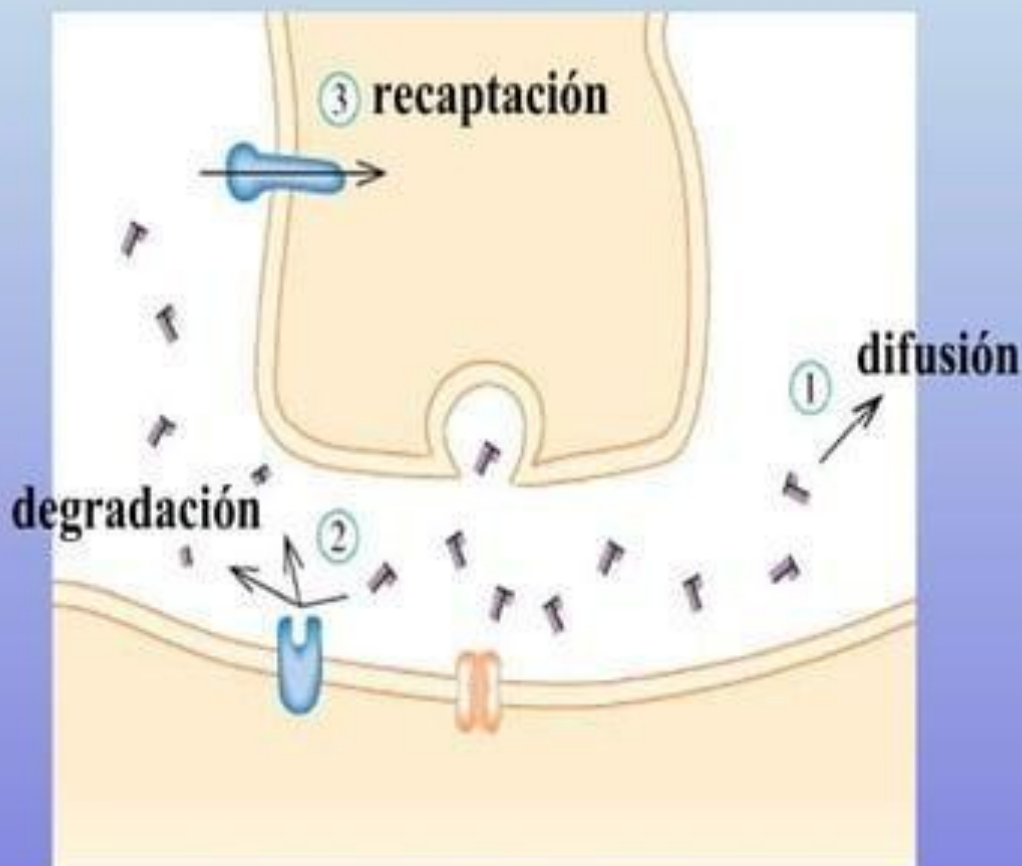




Sinapsis químicas: eliminación del NT

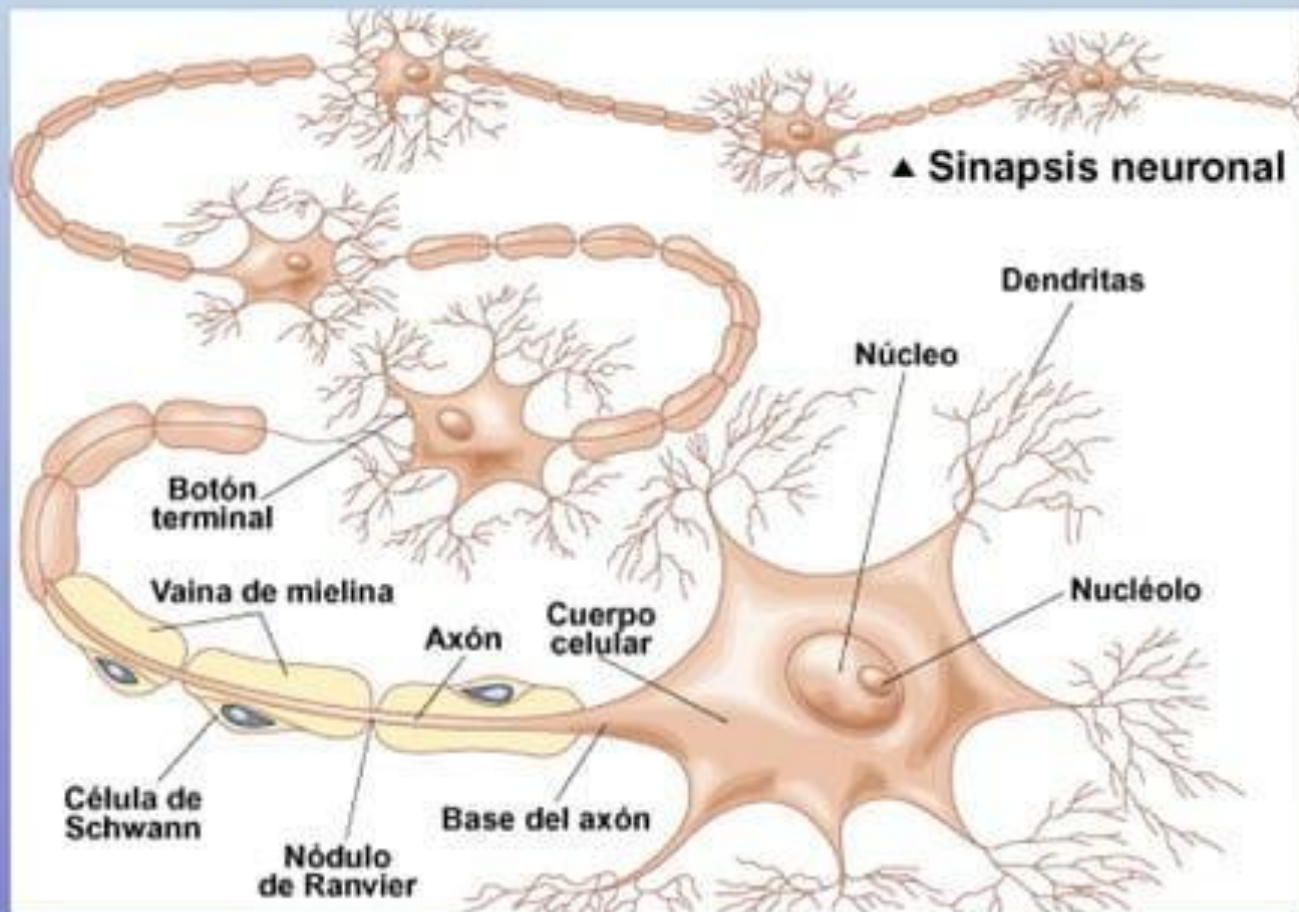
**Mientras el NT esté unido a su receptor se está produciendo el potencial (PEPS o PIPS), por tanto es necesario eliminar el NT
¿Cómo?:**

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



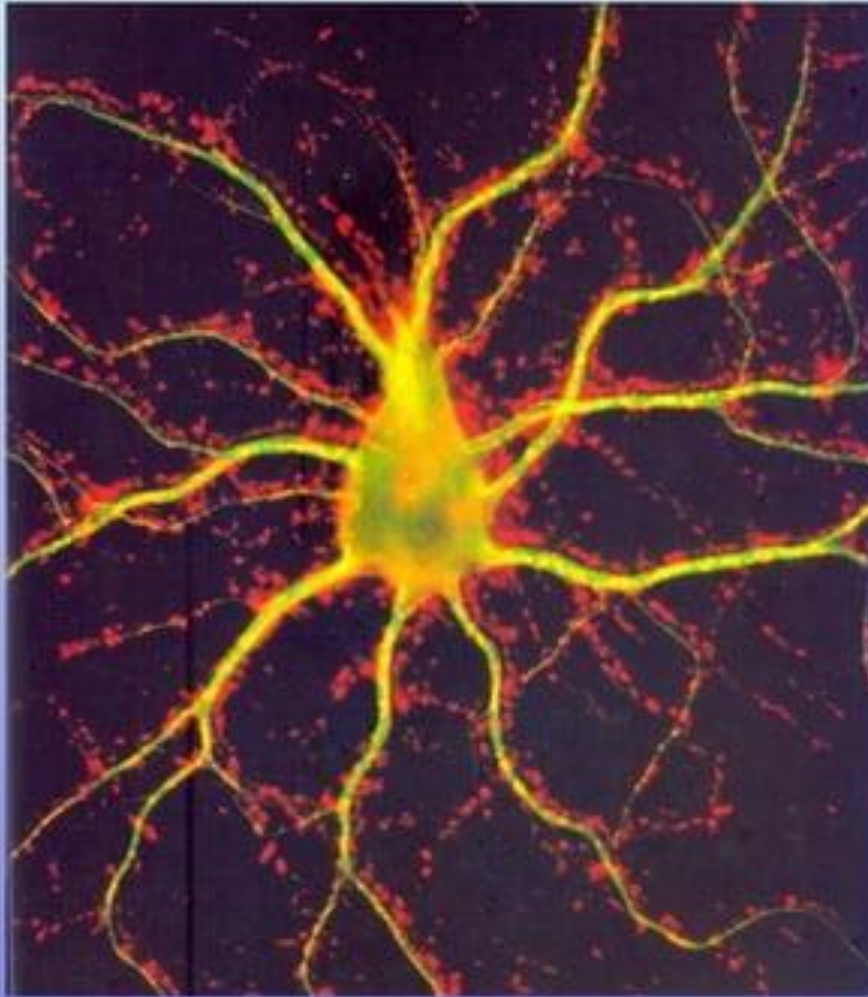
Integración sináptica

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?



Integración Sináptica

Cada neurona del SNC puede recibir más de 10.000 contactos sinápticos.



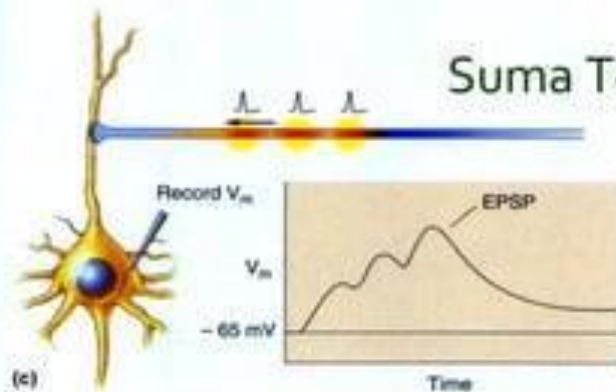
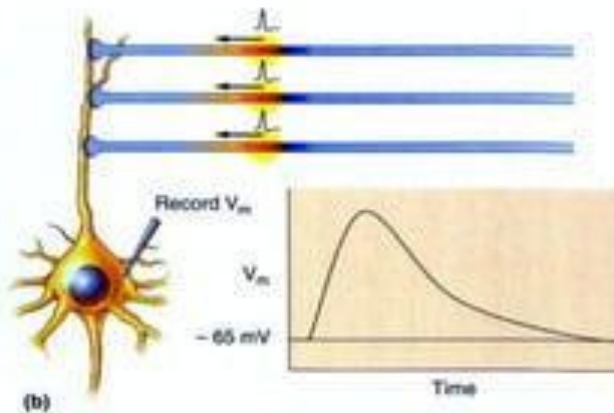
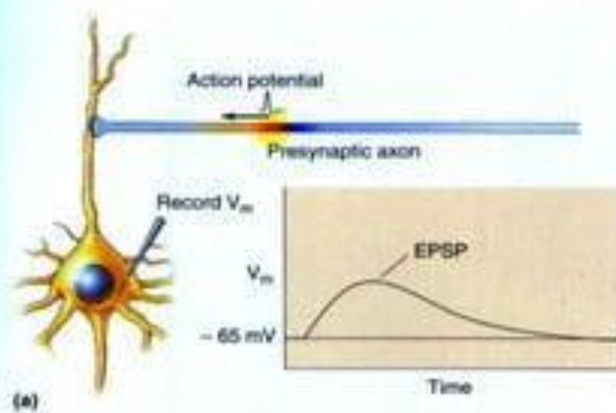
Integración: *sumación continua de todas las señales sinápticas de entrada en una neurona postsináptica, que determina si ésta producirá o no un potencial de acción.*

Suma espacial:

Cuando las señales de varias sinapsis individuales se unen simultáneamente para cambiar el potencial de membrana en la célula postsináptica. (si me corto el dedo de una vez)

Suma temporal:

Cuando las señales de una misma sinapsis arriban en tiempos muy próximos entre si y se suman para cambiar el potencial de membrana en la célula postsináptica. (Si me corto el dedo de a poco)



Suma Espacial

Suma Espacial

Excitatoria

Inhibitoria

Suma Temporal

Excitatoria

Inhibitoria

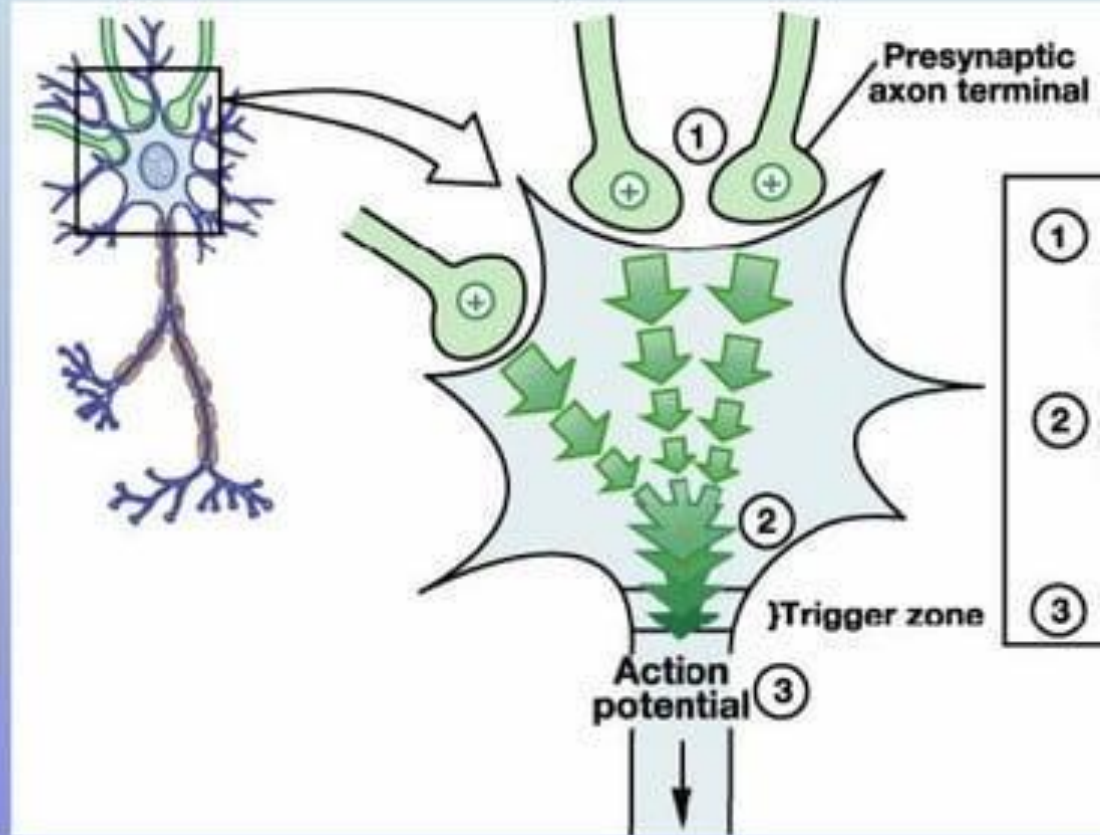
Suma Espacial: se produce cuando hay la activación sincrónica de dos o más terminales nerviosos.

Suma Temporal: se produce cuando una salva de potenciales de acción alcanza un terminal nervioso.

Integración sináptica

Consecuencia de los fenómenos de sumación Excitatorios

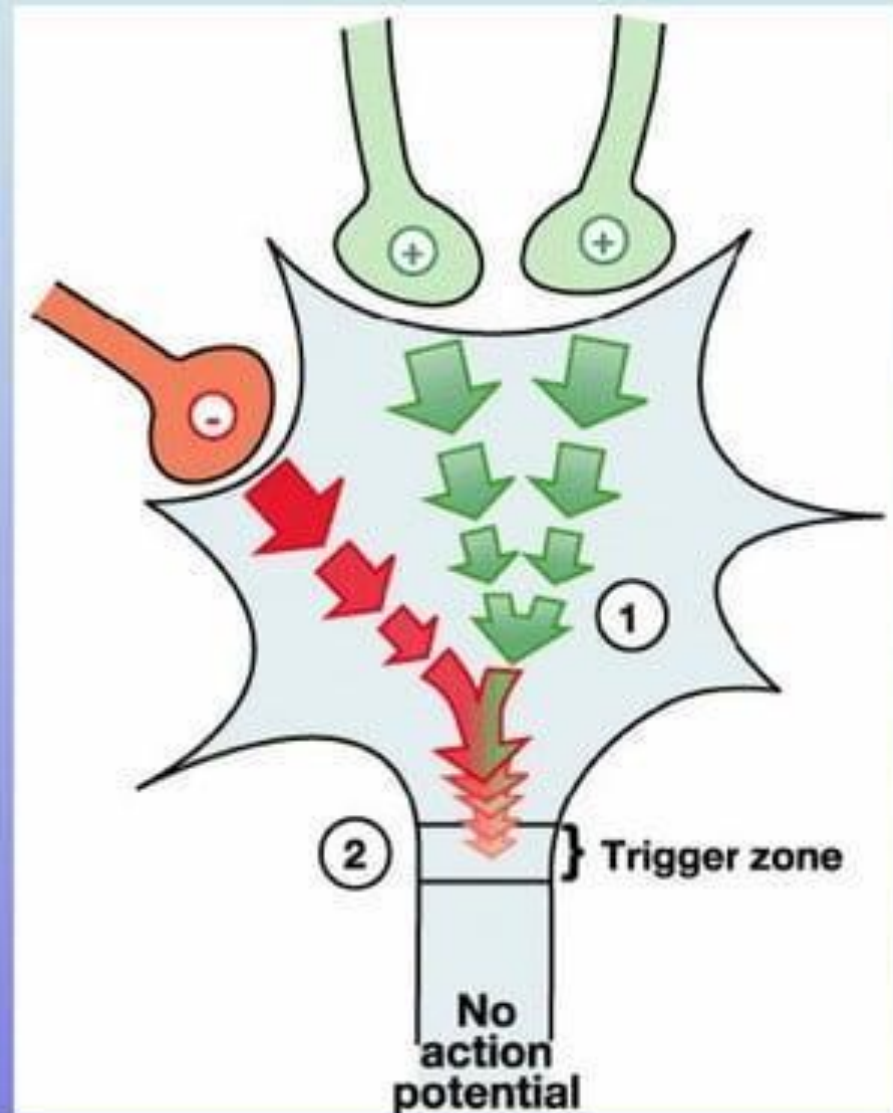
1. Tres neuronas excitatorias descargan. Sus potenciales separados están por debajo del umbral de descarga.
2. Los potenciales llegan a la zona de descarga y se suman creando una señal supraumbral.
3. Se genera un potencial de acción.



Integración sináptica

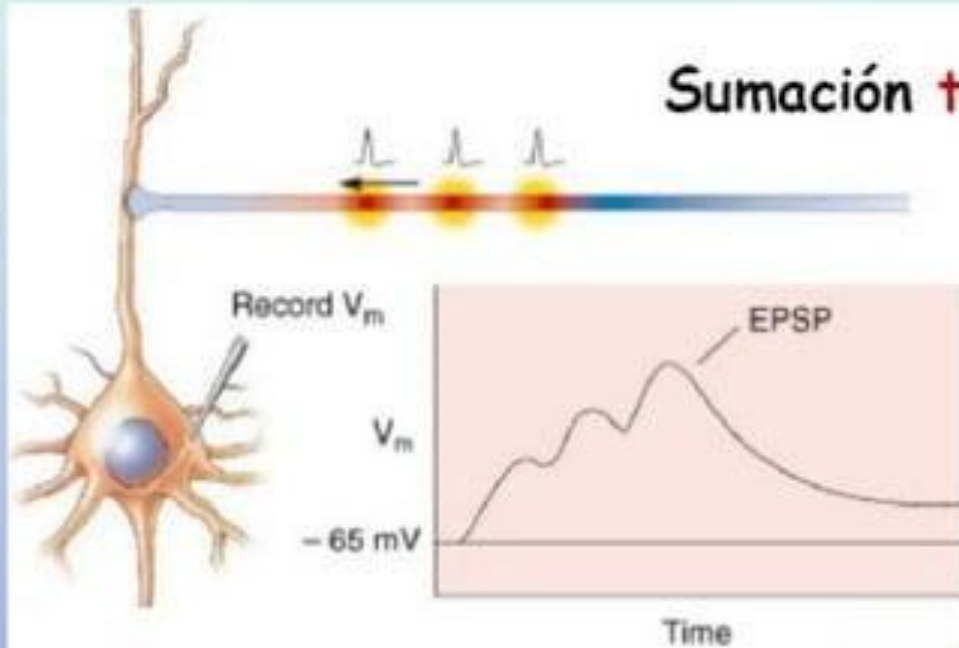
Consecuencia de los fenómenos de sumación inhibitorios

1. Dos potenciales excitatorios están disminuidos porque se suman con un potencial inhibitorio
2. La suma de los potenciales está por debajo del potencial umbral, por lo que no se genera un potencial de acción

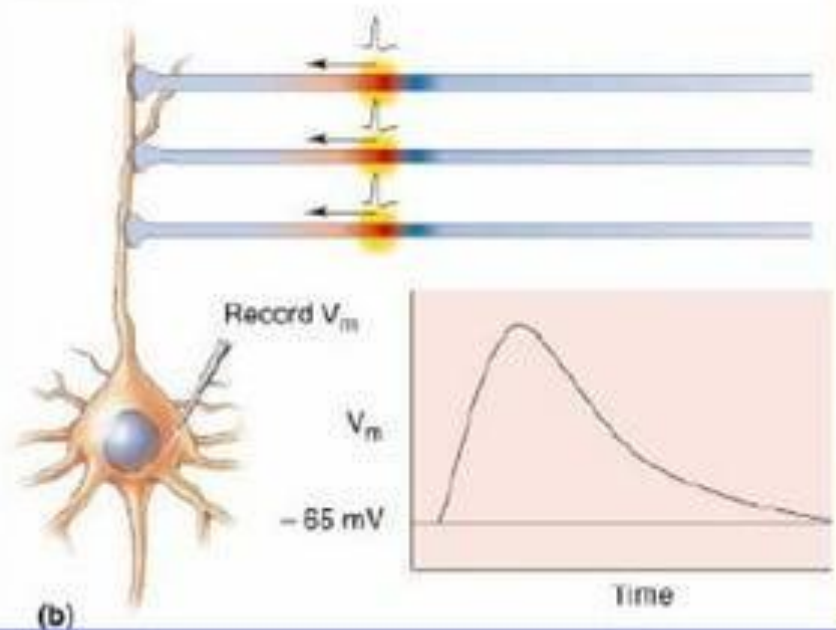


Sumación temporal-espacial

Sumación **temporal** de PEPS



Sumación **espacial** de PEPS



CARACTERÍSTICAS DE LA TRANSMISIÓN SINÁPTICA

1.-Fatiga sináptica

Mecanismo protector frente a la actividad neuronal excesiva

- agotamiento de los depósitos de NT
- inactivación progresiva de los receptores en la Membrana postsináptica
- aparición de concentraciones anormales de iones en la célula postsináptica

2.-Acidosis y alcalosis

- Acidosis: disminución excitación
- Alcalosis: aumento de la excitabilidad

3.-Hipoxia: disminución de la excitabilidad

4.-Fármacos:

- Cafeína: aumento la excitabilidad
- Anestésicos: elevación del umbral

5.-Retraso sináptico: 0,5 msg. Permite a los neurofisiólogos predecir el nº de neuronas conectadas en serie

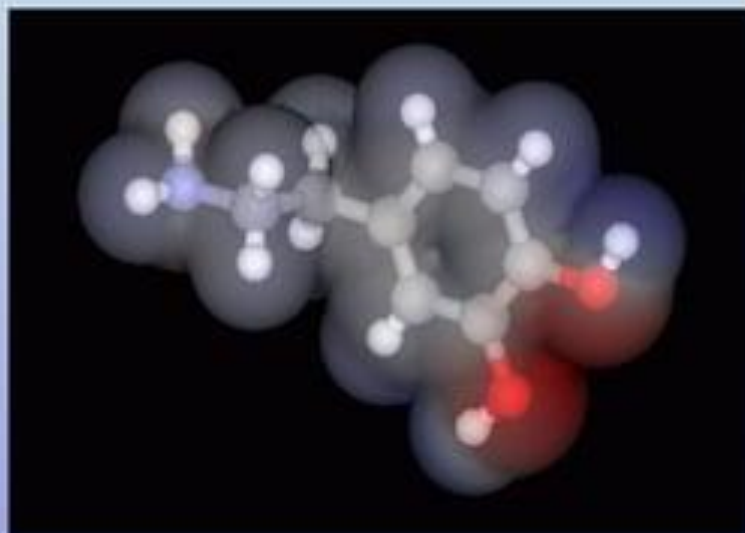
NEUROTRANSMISORES

Sustancias químicas utilizadas en la comunicación neuronal

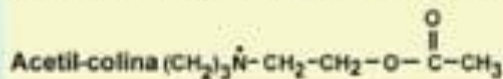
Criterios:

- *Ser sintetizado en la neurona presináptica*
 - *Ser liberado a la sinapsis por estimulación de la neurona presináptica*
- *Su administración exógena debe producir el mismo efecto que la estimulación de la neurona presináptica*
- *Debe existir un mecanismo específico para su degradación en su lugar de acción*

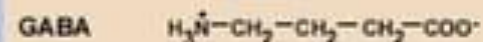
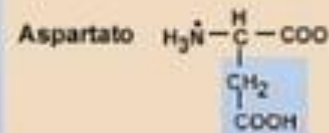
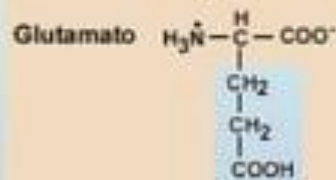
Neurotransmisores



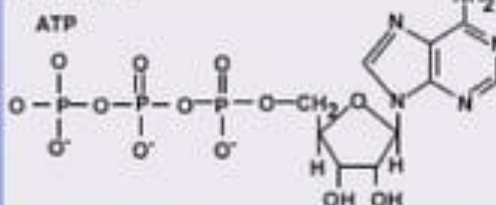
NEUTRANSISOR (de tamaño pequeño)



AMINOACIDOS

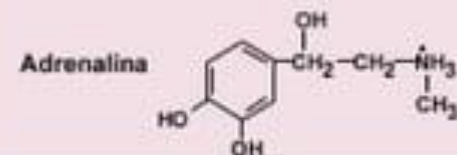
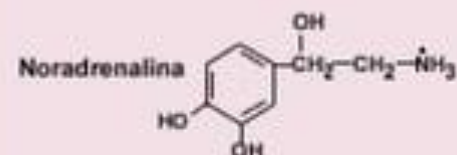
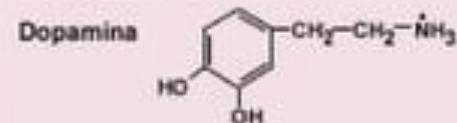


PURINAS

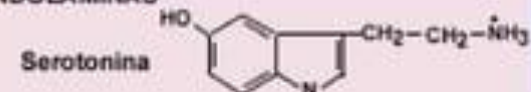


AMINAS BIOGENICAS

CATECOLAMINAS



INDOLAMINAS

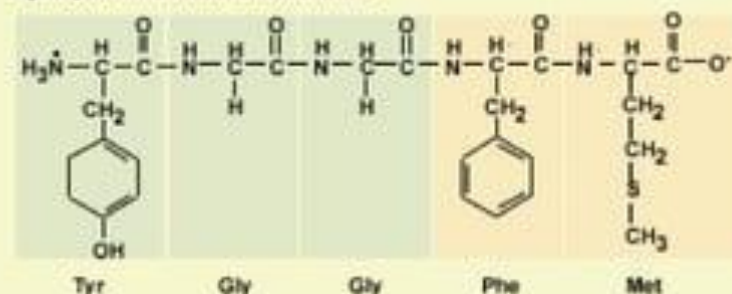


IMIDAZOLAMINA



NEUROTRANSMISORES PEPTIDICOS

Ejemplo: Metionina-encefalina



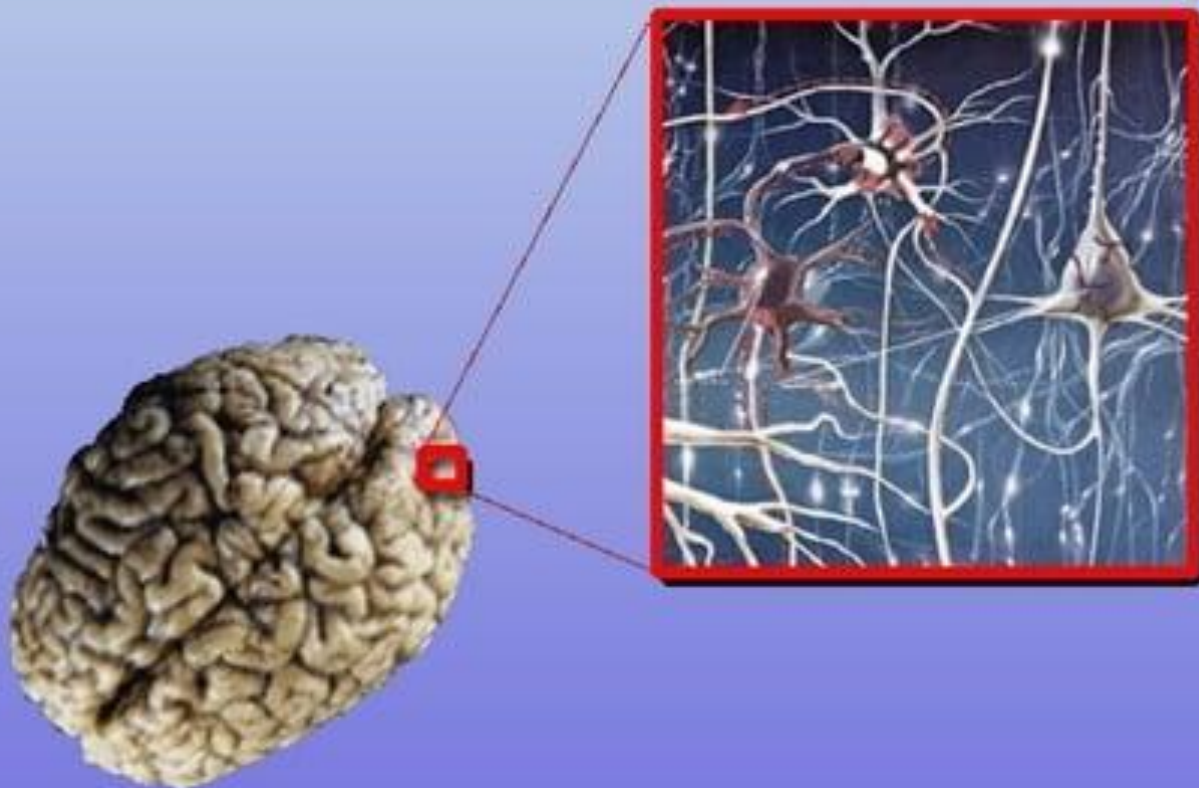
Algunas enfermedades relacionadas a la sinapsis química son:

La enfermedad de **Parkinson** se vincula con la **falta de dopamina** en algunas partes del cerebro, esta enfermedad se caracteriza por rigidez muscular , temblor constante , bradicinesia (movimiento lento), dificultad en los movimientos voluntarios.

La enfermedad corea de Huntington es hereditario, se inicia entre los 30 y 40 años de edad, se inicia con sacudidas de las articulaciones, que progresan a deformaciones graves, demencia y disfunción motora, se piensa que la enfermedad se relaciona con la pérdida de neuronas que sintetizan **GABA** (es un neurotransmisor inhibidor) Además se cree que la demencia que se produce se relaciona con la pérdida de células que secretan **acetilcolina**.

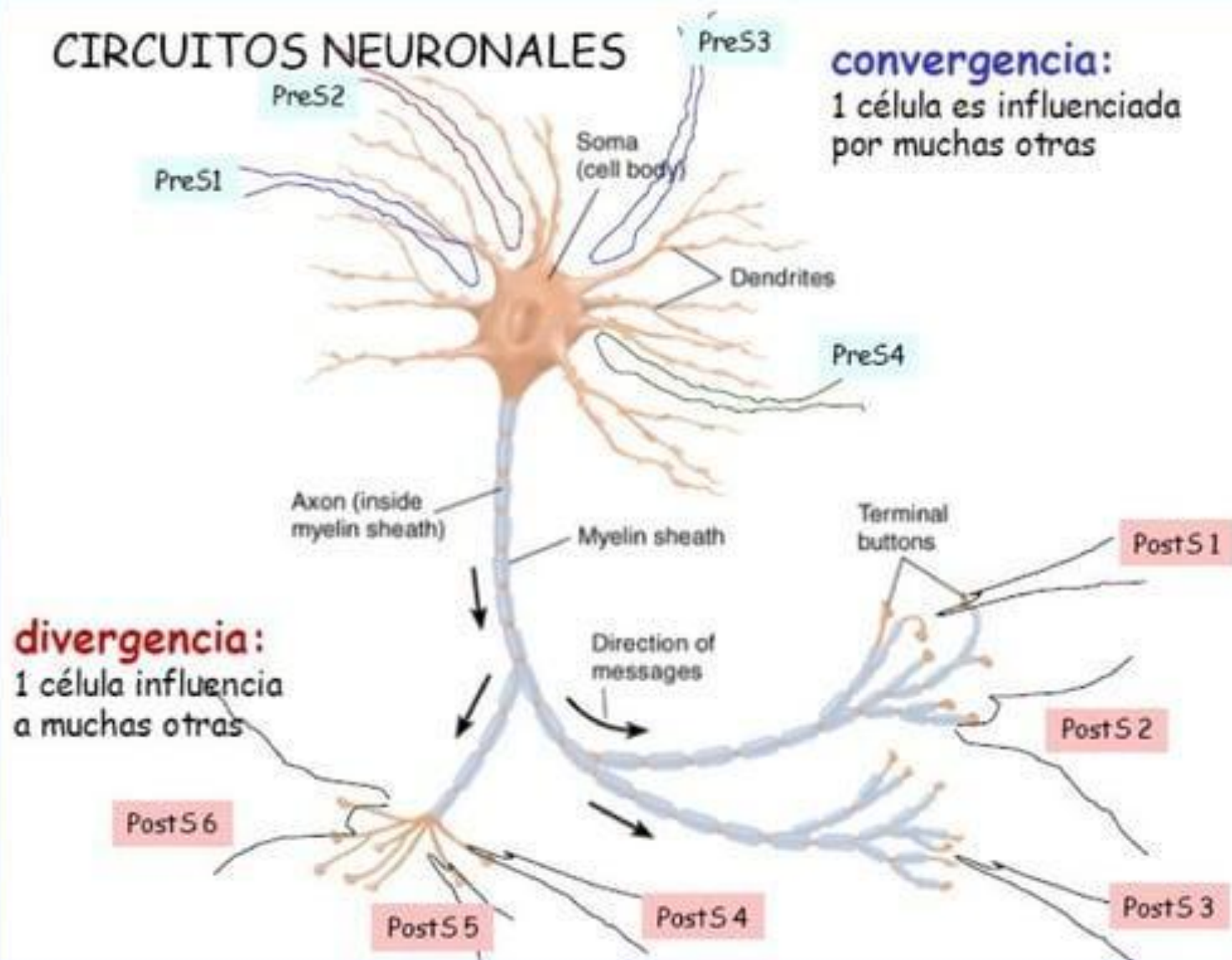
Redes Neuronales

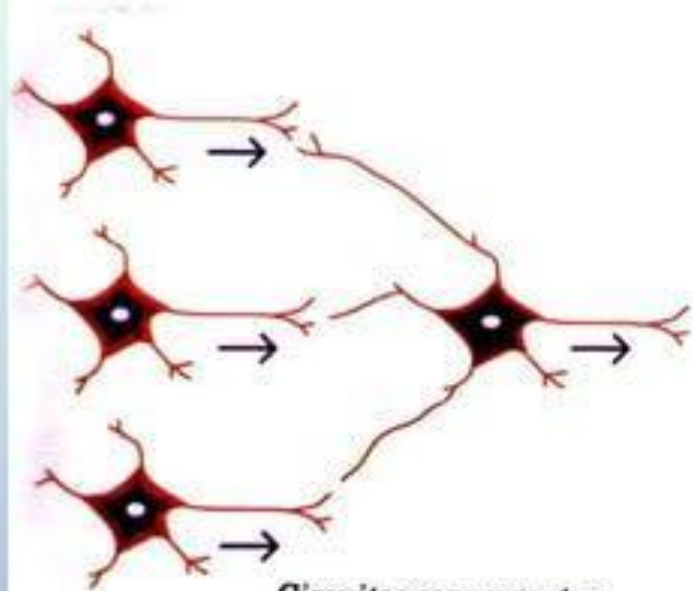
- *Varias neuronas que se contactan entre sí en forma excitatoria o inhibitoria*
- **Despolarizante:** *se dice que la sinapsis es excitadora*
- **Hiperpolarizante:** *se dice que la sinapsis es inhibidora*



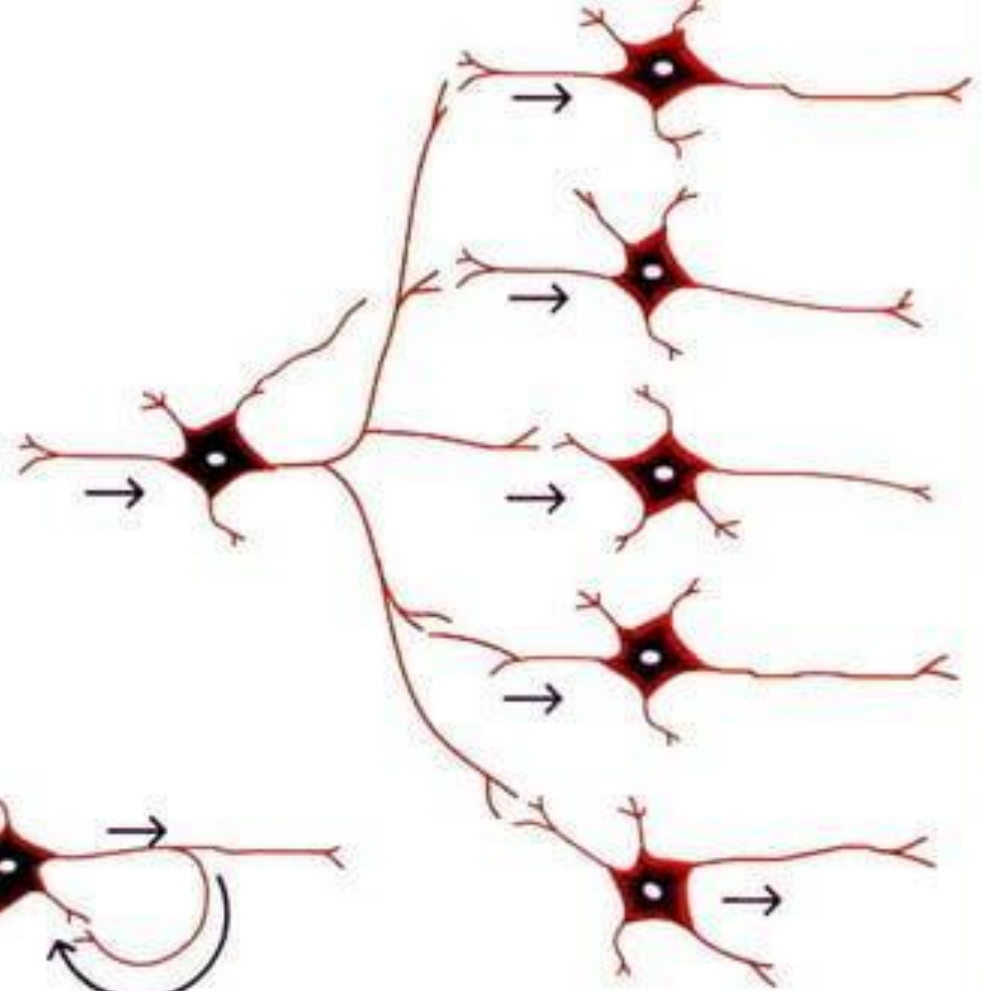
Circuitos neuronales

CIRCUITOS NEURONALES

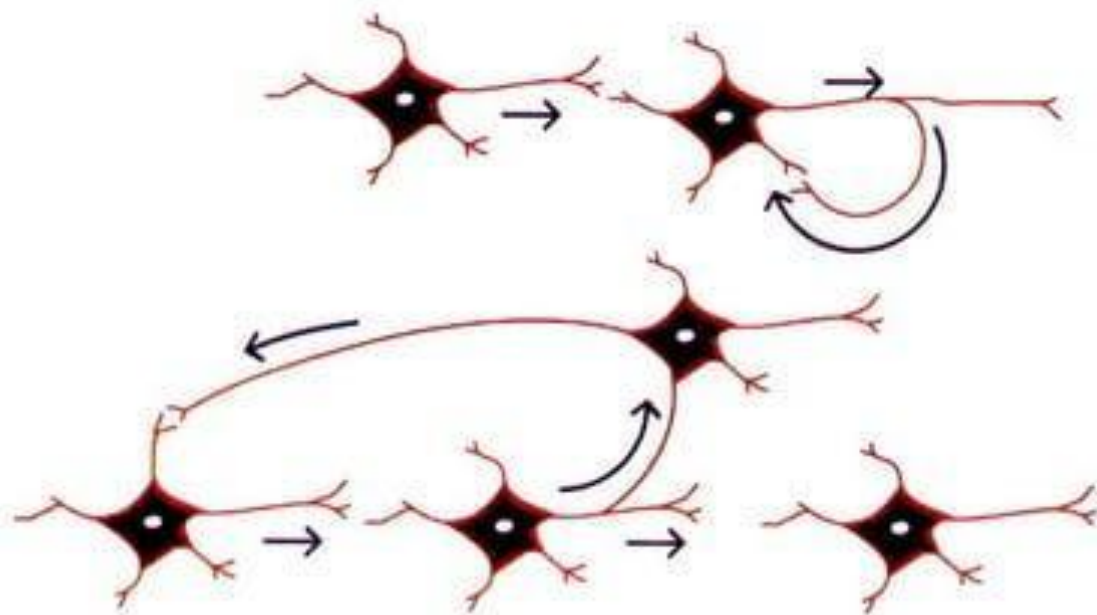




Circuitos convergentes.



Circuitos divergentes.



Circuitos reverberantes.