



Guía N°6: "SINAPSIS Y NEUROTRANSMISORES"

Nombre estudiante:	Curso:	Fecha semana: 01 al 05 de Junio
O.A: Explicar cómo el sistema nervioso coordina las acciones del organismo para adaptarse a estímulos del ambiente por medio de señales transmitidas por neuronas a lo largo del cuerpo, e investigar y comunicar sus cuidados, como las horas de sueño, el consumo de drogas, café y alcohol, y la prevención de traumatismos.	O.C: Reconocer y Comprender como ocurre la sinapsis y el papel de los neurotransmisores.	
Instrucciones generales: Lee atentamente la guía. Responde y realiza las actividades señaladas. Si tienes alguna duda comunícate con el profesor que corresponda: Leandro Catalán: Leandro.catalan@liceooscarcastro.cl Sara Rojas: sara.rojas@liceooscarcastro.cl Marcela Osorio: luz.osorio@liceooscarcastro.cl María Belén Peña: mariabelen.pena@liceooscarcastro.cl		

Sinapsis y neurotransmisores

La sinapsis es el mecanismo funcional o de contacto entre dos células excitables que están especializadas en la conducción del impulso nervioso desde una neurona presináptica hacia otra postsináptica. La sinapsis es la comunicación funcional entre las neuronas que permite transformar una señal electroquímica (potencial de acción) en una señal química capaz de atravesar el espacio sináptico.

Superficie presináptica: Generalmente corresponde a un terminal o botón axónicos. Con la membrana presináptica libre de neurotúbulos y neurofilamentos y donde se aprecian una serie de gránulos, abundantes mitocondrias que permiten el metabolismo a este nivel y vesículas sinápticas llenas de neurotransmisor que es sintetizado en el soma y llega a la superficie presináptica a través del flujo axónico anterógrado (*).

Las moléculas que no se liberan vuelven al soma a través del flujo retrógrado (**).

Espacio sináptico: Es el lugar donde se libera el neurotransmisor, el cual cae a la hendidura sináptica y baña la superficie del tercer componente de la sinapsis que es la superficie postsináptica. Tiene material filamentoso y se comunica con el espacio extracelular

Superficie Postsináptica: Es donde el neurotransmisor abre canales iónicos para que comiencen a funcionar los segundos mensajeros, dentro del cuerpo de la segunda neurona. Desencadenando un impulso nervioso

(*): La dirección del transporte ocurre desde el soma hacia el extremo del axón (dirección centrífuga). Se emplea este transporte para enviar nuevos organelos (mitocondrias, REL, vesículas) y nuevas macromoléculas (actina, enzimas, etc.).

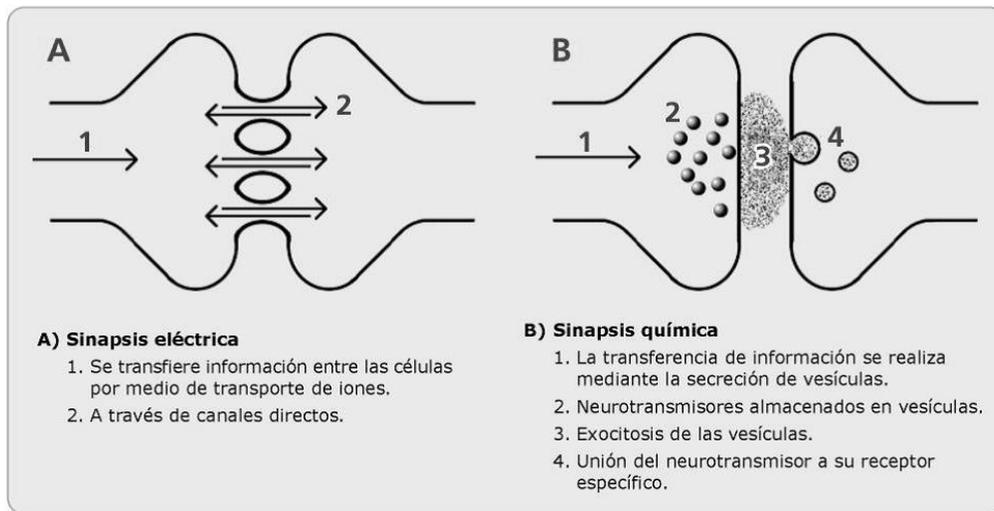
(**): La dirección ocurre desde el extremo axoniano hacia el soma (dirección centripeta). Se emplea este transporte para enviar hacia el soma proteínas del citoesqueleto, enzimas y moléculas destinadas a la degradación en los lisosomas del cuerpo celular.

Según el mecanismo de propagación, existen dos tipos de sinapsis: eléctrica y química.

La sinapsis eléctrica ocurre entre neuronas conectadas estrechamente por canales proteicos llamados conexones, que transmiten iones de neurona a neurona. Son las sinapsis menos frecuentes, se han encontrado en algunos invertebrados como, por ejemplo, los cangrejos.

La sinapsis química tiene lugar entre neuronas que están separadas por un espacio sináptico a través del cual los neurotransmisores, al unirse con receptores específicos de la membrana postsináptica, permiten la propagación del impulso nervioso (potencial excitador postsináptico) o impiden la transmisión del impulso nervioso (potencial inhibitorio postsináptico) en la neurona postsináptica.

Sinapsis eléctrica:	Sinapsis química:
en este tipo, el potencial de acción se propaga de manera directa entre la pre y postsináptica mediante nexos. Es mucho más rápido que la sinapsis química. Son escasas en el SNC, pero abundantes en las células musculares lisas.	en este tipo de sinapsis la neurona presináptica libera sustancias químicas (neurotransmisores) a la postsináptica y desencadena un potencial de acción. A diferencia de la eléctrica, el potencial viaja unidireccionalmente.



Clasificación Estructural de la Sinapsis: Las Sinapsis pueden ocurrir entre:

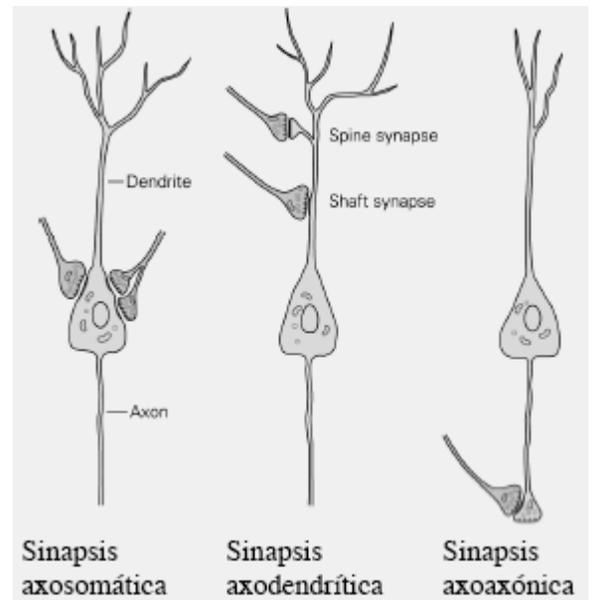
- × Neuronas
- × Una neurona y una célula receptora
- × Una neurona u una célula muscular (unión neuromuscular)
- × Una neurona y una célula epitelial.

Tipo de sinapsis según el sitio de contacto se clasifican en:

Adendrítica: es el tipo más frecuente de sinapsis. A medida que el axón se acerca puede tener una expansión terminal (Botón terminal) o puede presentar una serie de expansiones (botones de pasaje) cada uno de los cuales hace contacto sináptico. En este caso las dendritas presentan unas espinas dendríticas y se ha comprobado en ratas que son sometidas a estimulación que mediante el aprendizaje, aumentan las espinas dendríticas.

Axosomática: Cuando se une una membrana axónica con el soma de otra membrana.

Axoaxónica: Son aquellas en que existe un axón que contacta con el segmento inicial de otro axón (donde comienza la vaina de mielina).



Transmisión del impulso nervioso

Eventos de la sinapsis:

- La membrana Pre- sináptica se despolariza al llegar el Impulso nervioso.
- Se mueven las vesículas por la presencia del ión Calcio (Ca^{2+}), hay apertura, por tanto, de canales de calcio en el Terminal presináptico y esto hace que las vesículas se muevan o realicen una exocitosis liberando el Neurotransmisores (NT).

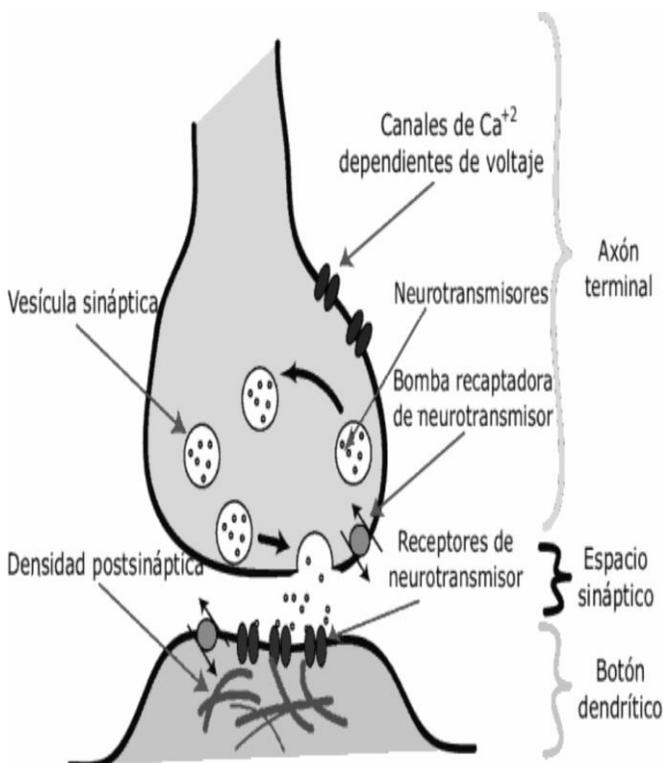
- Liberación del NT
- Se une el NT con el receptor específico de la membrana post – sináptica.
- Con la formación del Complejo NT – Receptor ocurren dos cosas dependiendo del NT que se trate: Despolarización o Hiperpolarización de la membrana post sináptica.

Neurotransmisores

Son sustancias químicas a modo de pequeñas moléculas de acción rápida formadas por las neuronas. Los neurotransmisores por familias o categorías basándonos en su química; algunos son aminos, otros aminoácidos y muchos son polipéptidos.

1.-La serotonina. Juega un papel importante en la coagulación de la sangre, la aparición del sueño y la sensibilidad a las migrañas. Los niveles altos de serotonina producen calma, paciencia, control de uno mismo, sociabilidad, adaptabilidad y humor estable. Los niveles bajos, en cambio, hiperactividad, agresividad, impulsividad, fluctuaciones del humor, irritabilidad, ansiedad, insomnio, depresión, migraña, dependencia (drogas, alcohol) y bulimia.

2.- La dopamina: los niveles altos de serotonina producen calma, paciencia, control de uno mismo, sociabilidad, adaptabilidad y humor estable. Los niveles bajos, en cambio,



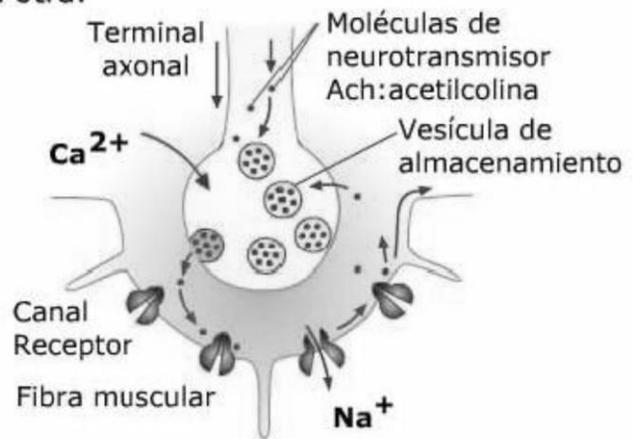
hiperactividad, agresividad, impulsividad, fluctuaciones del humor, irritabilidad, ansiedad, insomnio, depresión, migraña, dependencia (drogas, alcohol) y bulimia.

3.- La acetilcolina: Este neurotransmisor regula la capacidad para retener una información, almacenarla y recuperarla en el momento necesario. Cuando el sistema que utiliza la acetilcolina se ve perturbado aparecen problemas de memoria y hasta, en casos extremos, demencia senil. En ese sentido, puede señalarse que los niveles altos de acetilcolina potencian la memoria, la concentración y la capacidad de aprendizaje. Un bajo nivel provoca, por el contrario, la pérdida de memoria, de concentración y de aprendizaje.

La acción de los neurotransmisores puede ser interferida por el consumo de algunas drogas como la morfina. Una vez que los neurotransmisores cumplen su función deben ser eliminados del espacio sináptico para el correcto funcionamiento de la sinapsis. Esto puede ocurrir de dos formas: enzimas específicas destruyen al neurotransmisor o bien los transportadores de neurotransmisores los llevan hasta la membrana de la neurona presináptica que los había liberado (recaptación). Además de sinapsis entre neuronas, también existen sinapsis entre neuronas y células motoras o musculares (fig. 1).

Figura 1. Esquema de una sinapsis química muscular

- Forma de comunicación entre neuronas a través de sustancias químicas llamadas **Neurotransmisores**.
- En la zona terminal de las neuronas existe el **Botón Sináptico**.
- **Espacio Sináptico** separa una neurona de otra.



Algunos neurotransmisores son sintetizados en el cuerpo celular de la neurona y transportados a los terminales axónicos, donde son "empaquetados" y almacenados en vesículas sinápticas. Otros son sintetizados y se empaquetan dentro de las terminales axónicas. La liberación de las moléculas neurotransmisoras es disparada por la llegada de un potencial de acción al terminal axónico. Después de su liberación, los neurotransmisores son removidos o destruidos rápidamente, interrumpiéndose su efecto; ésta es una característica esencial del control de las actividades del sistema nervioso.

Una variedad de sustancias químicas funciona como neurotransmisores. En el sistema nervioso periférico (SNP), los principales son la acetilcolina y la noradrenalina.

En el sistema nervioso central (SNC) se han encontrado muchos otros neurotransmisores, incluyendo a las llamadas aminas biógenas (como la noradrenalina) entre ellas la dopamina y la serotonina, ambas derivadas de aminoácidos.

Casi todas las drogas que actúan en el cerebro alterando el humor o el comportamiento, lo hacen intensificando o inhibiendo la actividad de los sistemas neurotransmisores. La cafeína, la nicotina y las anfetaminas, estimulan la actividad cerebral. La clorpromazina y los tranquilizantes relacionados bloquean los receptores de dopamina en muchos sitios, mientras que el ácido lisérgico -LSD- (un alucinógeno) inhibe la acción de la serotonina cerebral.

Debe mencionarse que muchos neuropéptidos, junto con otras sustancias neuroactivas, pueden desempeñar otro papel en la transmisión sináptica; no generar la señal transmisora sino regularla. Estas moléculas, que pueden ser liberadas de las mismas terminales axónicas que los neurotransmisores principales o de otras células, se conocen como neuromoduladores.

Aunque éstos pueden moverse directamente a través de la hendidura sináptica, también pueden difundir a una distancia mayor, afectando a numerosas células dentro de una región local del sistema nervioso central. Al igual que los neurotransmisores, se unen a receptores específicos de membrana y alteran los canales iónicos o ponen en movimiento segundos mensajeros; sus efectos frecuentemente consisten en modular la respuesta de la célula a un neurotransmisor principal. Se han identificado hasta el momento más de 200 sustancias diferentes que funcionan como neuromoduladores.

Las dendritas y el cuerpo celular de una sola neurona pueden recibir señales -en forma de moléculas de neurotransmisor o neuromodulador- enviadas por centenares o hasta por miles de sinapsis. La unión de cada molécula a su receptor tiene cierto efecto en el grado de polarización de la célula postsináptica. Si el efecto es que el interior de la célula se vuelve menos negativo (despolarización) se dice que es excitatorio. Por el contrario, si el efecto es que se mantiene al potencial de membrana en valores cercanos al potencial de reposo, o aun, el interior se hace más negativo (hiperpolarización), se dice que es inhibitorio.

Los cambios en la polaridad inducidos por los neurotransmisores y los neuromoduladores se extienden desde las sinapsis a través de la célula postsináptica al cono axónico, que es la región del axón en la cual puede originarse un impulso nervioso. Si el efecto colectivo es una despolarización suficiente como para permitir un flujo de iones Na⁺ tal que constituya

el inicio de un potencial de acción, entonces comienza un impulso nervioso en el axón de la célula postsináptica y un nuevo mensaje es enviado velozmente a una multitud de otras neuronas con las cuales hace sinapsis el axón.

1. Potencial postsináptico excitatorio (PPSE)

En las sinapsis excitatorias, el NT actúa aumentando la permeabilidad de la membrana postsináptica a los iones sodio. El paso de Na^+ desde el espacio sináptico determina una pequeña inversión localizada de la polaridad, generándose un PPSE. Estos pequeños PPSE, por sí solos, no causan una despolarización en toda la membrana, pero pueden sumarse para originar un potencial de acción que se autopropaga.

2. Potencial postsináptico inhibitorio (PPSI)

En las sinapsis inhibitorias, el NT genera potenciales postsinápticos inhibitorios, los que refuerzan la polarización de la membrana postsináptica. La hiperpolarización se produce por un ingreso de iones Cl^- a la neurona y a la salida de K^+ al espacio sináptico.

3. Sumación de potenciales

Un PPSE aislado no provoca la despolarización total de la membrana, pero los efectos sumados de varios PPSE puede originar un potencial de acción. La Sumación puede ser espacial si resumen los PPSE simultáneos de varias sinapsis situadas en zonas dispersas de la misma neurona, o bien, temporal al sumarse los PPSE sucesivos de la misma sinapsis.

4. Retardo sináptico

En la sinapsis hay una demora entre la excitación del terminal presináptico y los cambios en el potencial de la membrana postsináptica, es decir, el impulso de transmite más lentamente en la sinapsis que en el axón. El retraso se debe al tiempo que toma la ruptura de las vesículas, la difusión del neurotransmisor por el espacio sináptico y su combinación con los receptores de la membrana.

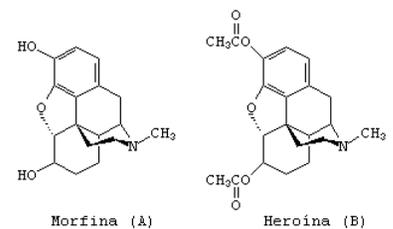
5. Efecto de un neuromodulador: las encefalinas

Son inhibidores del dolor al modular en forma directa la liberación del neurotransmisor "sustancia P" por parte de la membrana presináptica. Como este neurotransmisor integra las redes sensoriales del dolor, la inhibición de su liberación disminuye la sensación dolorosa, funcionando como un anestésico natural.

6. Efecto de un opiáceo: la morfina

Básicamente la morfina, sustancia derivada del opio (tal como la heroína y la metadona) inhibe la captación de encefalinas por parte de cierto grupo de neuronas responsables de las sensaciones dolorosas. Las encefalinas son neuromoduladores que inhiben, a su vez, la liberación de la sustancia P, el neurotransmisor que transmite los impulsos de dolor desde los receptores hacia el SNC. La morfina tiene una forma molecular similar a las encefalinas, de tal manera que bloquea los receptores para el neuromodulador, produciendo un efecto inhibitorio de mayor intensidad sobre la sustancia P. Resultado: no hay dolor.

Simultáneamente, la morfina también se une con proteínas encargadas del reciclaje de la dopamina, lo que aumenta la dopamina circulante en la hendidura, generando sensaciones placenteras.



7. Efecto de algunos estimulantes: las anfetaminas, el éxtasis y la cocaína

A nivel molecular, se sabe que las anfetaminas estimulan la liberación del neurotransmisor dopamina y, al mismo tiempo, impiden su recaptura por parte de la membrana presináptica. La dopamina también actúa en las vías centrales. Está relacionada con mecanismos de regulación del sistema motor y su falta causa la enfermedad de Parkinson.

Lo central, en este caso, es que la dopamina es uno de los principales NT utilizados en un área del SNC llamado centro o vía de la gratificación, lugar donde se originan las experiencias placenteras que siguen a una situación agradable (un beso, un chocolate, etc.). Las anfetaminas, por tanto, acrecientan tales conexiones neuronales.

El éxtasis es básicamente una anfetamina sintetizada en forma totalmente artificial, que demora mucho más tiempo en eliminarse del cuerpo y que tiene graves consecuencias cardiovasculares.

De forma similar a las anfetaminas, la cocaína bloquea las proteínas responsables de la recaptura de la dopamina, lo que retiene a este neurotransmisor un mayor tiempo en la hendidura sináptica, con las consecuencias mencionadas más arriba. Pese a que provoca los mismos efectos, lo consigue de una forma distinta a las anfetaminas. Además, el principio activo de la cocaína se elimina del cuerpo mucho más rápido que las anfetaminas.

8. Efecto del alcohol

El etanol mantiene por mayor tiempo activos los receptores postsinápticos del NT GABA (ácido aminobutírico gamma). Éste último tiene función inhibitoria en el SNC en muchos órganos y funciones orgánicas. De esta manera, el alcohol actúa como tranquilizador o depresor de muchas funciones del cuerpo, desde el juicio, hasta la motricidad.

Contenido	Enlace
Sinapsis	https://www.youtube.com/watch?v=cn-HktrA6ZQ
Ejemplo de como actúa un neurotransmisor: GABA	https://www.youtube.com/watch?v=xT7p8ugKJnA

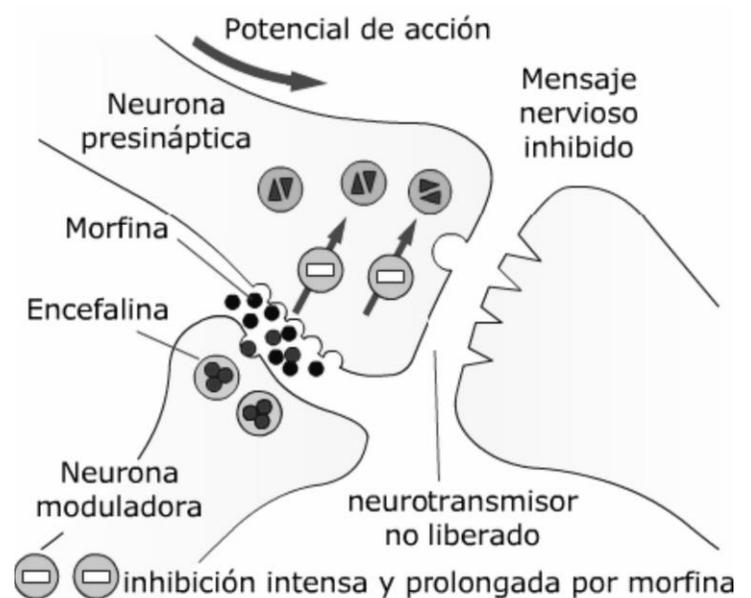
ACTIVIDADES: Las siguientes actividades te permitirán comprender cómo funciona la encefalina y la morfina en el control del dolor

¿Cómo controlamos el dolor?
 ¿A qué le llamamos dolor?

El dolor corresponde a una serie de impulsos nerviosos que transportan un determinado neurotransmisor. Este neurotransmisor se propaga desde la neurona presináptica hasta la neurona postsináptica, y es ésta última que responde generando la sensación de dolor. ¿Cómo inhibimos el dolor? Nuestro cuerpo produce naturalmente una sustancia que inhibe los impulsos nerviosos referentes al dolor, esta sustancia es la encefalina. Para controlar mejor la sensación de dolor utilizamos otra sustancia llamada morfina, la que es más poderosa en el control del dolor, debido a que inhibe, de mejor manera, este impulso nervioso.

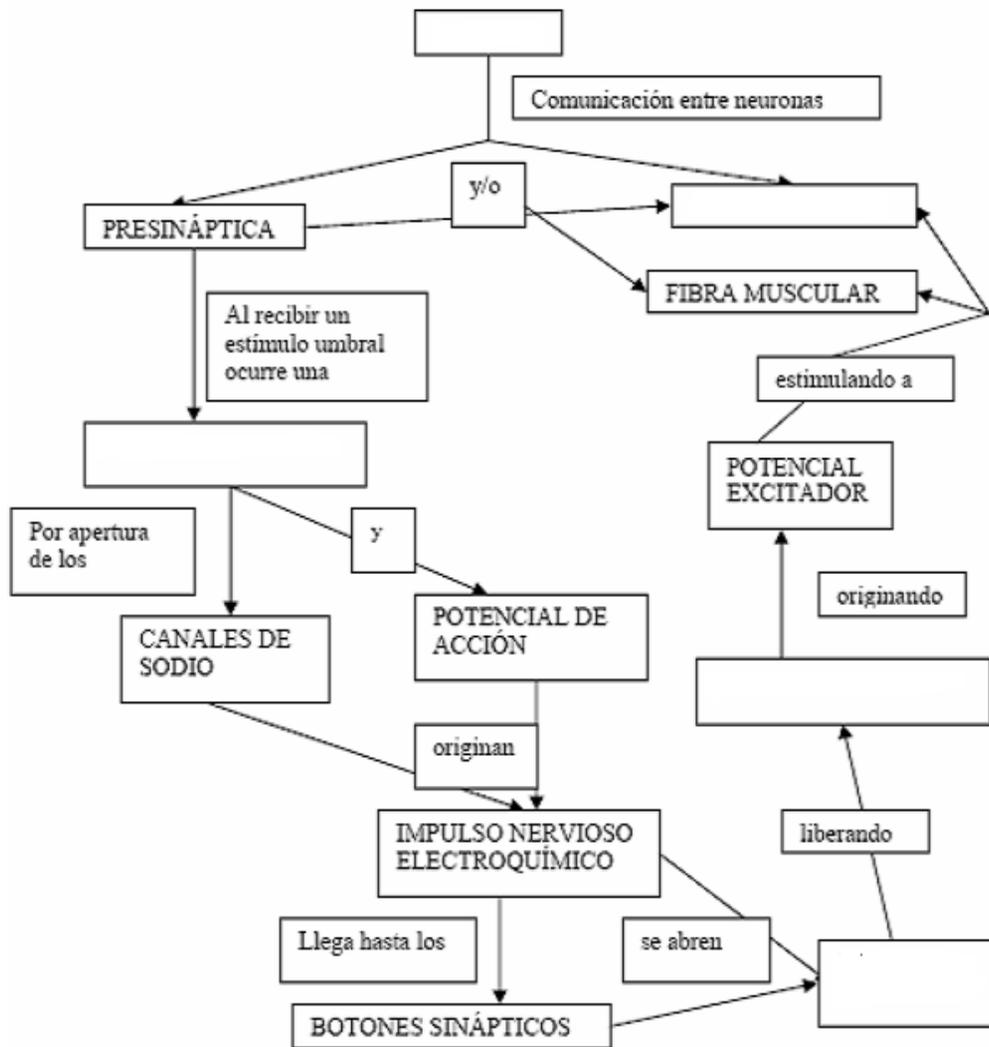
1. Observa atentamente la figura siguiente. Fíjate en la neurona presináptica, la neurona postsináptica y la neurona moduladora. Fíjate también, en las moléculas que actúan como inhibidores del dolor; la encefalina y la droga morfina.

1. ¿Para qué sirve el potencial de acción de la neurona presináptica?
2. Con respecto a la figura: ¿Qué representan los "triángulos" encerrados?
3. Con respecto a la figura: ¿Qué información transmiten estos "triángulos"?
4. ¿Qué acción realiza la morfina?
5. Con respecto a la figura: ¿Qué representan los "rectángulos" blancos?
6. ¿Qué tipo de mensaje nervioso fue inhibido en la neurona postsináptica?



II Utilizando los siguientes conceptos complete el mapa conceptual

Sinapsis
 Canales de calcio
 Postsinaptica
 Neurotransmisor
 Despolarización



III.- Observa la siguiente imagen de sinapsis química y contesta las siguientes preguntas

Relación entre el ion A y la estructura B

¿Dónde se fabrica la sustancia F?

¿Por qué esta sinapsis se llama química?

¿A qué parte de la neurona podría corresponder la membrana G?

Nombre de la estructura C:

¿Cuál es la relación entre H y F?

