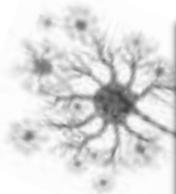




UNIDAD DIDÁCTICA NT1. SISTEMA NERVIOSO Y ÓRGANOS DE LOS SENTIDOS
CIENCIAS NATURALES GRADO OCTAVO

DOCENTE: SANDRA MILENA ORTIZ MARTÍNEZ



- **OBJETIVO:** Relacionar las partes del sistema nervioso con las funciones que realiza: coordinación, recepción sensorial, transmisión y almacenamiento de la información.
- **LOGRO:** Describir el papel del sistema nervioso como sistema de relación con el ambiente a través de los órganos de los sentidos.



COMPETENCIAS:

- Explica la acción conjunta del sistema nervioso con las funciones de los demás sistemas de los organismos del reino animal.
- Maneja el vocabulario propio de las ciencias naturales de acuerdo a su grado
- Desarrolla la cultura de la investigación

DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA

De los sistemas del organismo uno de los más complejos, es el sistema nervioso, que a pesar de ser el más pequeño, cuenta con una gran diversidad de funciones. Sus áreas permiten al individuo percibir y actuar con diferentes respuestas a un mismo estímulo, de ahí la diversidad en sus tres funciones básicas: Motora, sensitiva e integradora, por ejemplo, el umbral al dolor.

El sistema nervioso nos permite comunicarnos con el medio externo e interno de nuestro organismo, con el sistema nervioso aprendemos todas las cosas y las podemos recordar; es la sede de nuestros sentimientos, gracias a él, se determina nuestra personalidad así como nuestro carácter; a través de los impulsos eléctricos que genera podemos movernos de un lugar a otro, también gracias a nuestros receptores conectados a todo su largo y ancho podemos sentir; igualmente podemos desarrollar habilidades artísticas entre otras, además de controlar todo el funcionar interno de nuestro cuerpo.

Todas estas características serán abordadas a través de este núcleo temático

Tomado de: <https://blogs.ugto.mx/enfermeriaenlinea/unidad-didactica-1-el-sistema-nervioso/>

CONTENIDOS:

RECURSOS PARA ABORDAR

LA TEMÁTICA

1. Tejido nervioso: neuronas y células gliales.
2. Fibras nerviosas, nervios y ganglios
3. El impulso nervioso.
4. La sinapsis.
5. Sistemas nerviosos en animales invertebrados.
6. Sistemas nerviosos de animales vertebrados.
7. Estructuras y funciones del sistema nervioso humano.
8. Acto reflejo.
9. Receptores sensoriales.
10. Órganos de los sentidos: Estructuras y funciones

1. Se plantea en la unidad didáctica, el marco teórico necesario para la comprensión de los conceptos de mayor relevancia, que permitan alcanzar los objetivos conceptuales, procedimentales y actitudinales propuestos.
2. Es importante tener presente, que, en las clases de ciencias naturales, se realizarán talleres y diversas actividades enfocadas en el desarrollo de las competencias y planteadas de acuerdo con la teoría suministrada, con las posibles experiencias previas de los estudiantes y con la capacidad de consultar información. Para lograr un excelente aprendizaje de los contenidos y el afianzamiento de las capacidades para relacionarse con el entorno en su cotidianidad, el estudiante deberá hacer uso de las tecnologías de la información en las que estarán dispuestas no solamente los recursos teóricos, sino que además se recomendarán videos y actividades de tipo interactivo. Sin embargo, deberá asumir una posición autónoma al consultar contenidos adicionales.



TIEMPO PARA DESARROLLAR LOS CONTENIDOS

El núcleo temático, está programado para ser desarrollado en aproximadamente seis semanas del período escolar. Aunque esto dependerá de los ritmos de aprendizaje y desarrollo de las actividades propuestas.

En total se desarrollarán 4 módulos, incluyendo una de evaluación de los estudiantes para determinar el nivel de comprensión de los conceptos.



CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación se centrará en los siguientes aspectos:

1. Desarrollo de talleres o actividades escritas de comprensión de lectura y/o conceptos.
2. El trabajo de investigación asignado por grupos, en el que darán cuenta a través de exposiciones. En dicha evaluación se tendrá en consideración, el dominio del tema en la presentación, el grado de comprensión de los conceptos consultados, la búsqueda de información y el trabajo en equipo (solución de conflictos y autorregulación).
3. La elaboración de material didáctico que cuente sobre los avances científicos para el tratamiento de enfermedades nerviosas.

4. Las diferentes estrategias evaluativas tendrán como propósito evidenciar la comprensión de los conceptos principales del sistema nervioso, la perseverancia y flexibilidad ante otras opiniones y la valoración de la importancia de la Biología para comprender los fenómenos naturales.

ACTIVIDAD DE INTRODUCCIÓN

Observa el video “La mente en pocas palabras, cerebro adolescente” que será presentado en clase o disponible en la plataforma de Netflix (en documentales) y responde las siguientes preguntas:



1. Explica con tus propias palabras ¿qué tan importante es el sistema nervioso en las acciones que tomamos?
2. Describe cuatro acciones que realiza el sistema nervioso.
3. Describe detalladamente la relación existente entre la etapa de la adolescencia y el desarrollo cerebral
4. Enumera como mínimo 5 acciones aparentemente irracionales que evidencien el desarrollo adolescente de tu cerebro

MÓDULO N° 1. TEJIDO NERVIOSO

El tejido nervioso es el que conforma el sistema nervioso. Para que el sistema codifique la información que recibe de los receptores, la transmita y la procese, las células del tejido nervioso se comunican entre sí, como ocurre con las redes de información de ciertas tecnologías. Una red neuronal es un modelo matemático basado en organismos biológicos que se simulan en computadoras para producir respuestas inteligentes. En el sistema nervioso se destacan dos tipos de células: **las neuronas y las células gliales**. Ambas forman estructuras como fibras nerviosas, nervios, ganglios y centros nerviosos.

1. NEURONA: es la unidad estructural y funcional del sistema nervioso. Los mensajes viajan por nuestro cuerpo y se transmiten a través de redes formadas por estas células. Las neuronas tienen diferentes formas y tamaños, pero comparten una serie de características.

Una neurona debe realizar cuatro funciones:

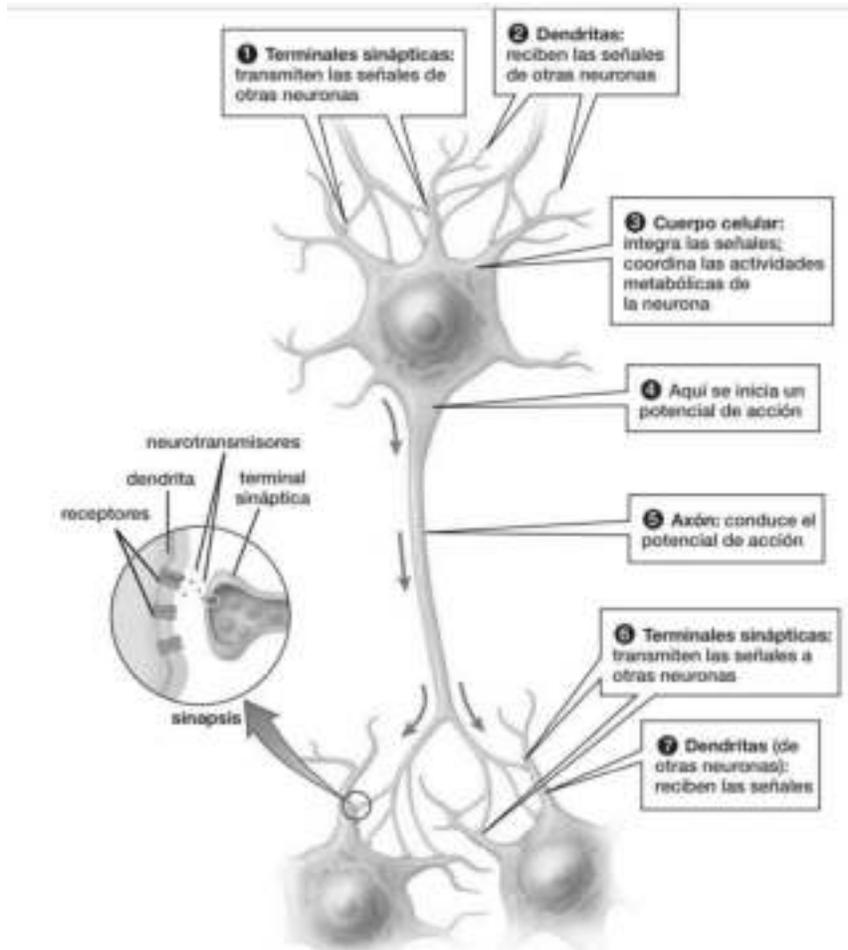
- Recibir información del ambiente interno o externo, o de otras neuronas.
- Procesar esta información, a menudo junto con la de otras fuentes, y producir una señal eléctrica.
- Transportar la señal eléctrica, en ocasiones a una distancia considerable, hasta la unión con otra célula.
- Transmitir la información a otras células, ya sea a otras neuronas o a las células de músculos o glándulas.

Aunque las neuronas varían en gran medida en su estructura, en la mayoría de los vertebrados éstas se encuentran conformadas por cuatro partes diferentes: dendritas, un cuerpo celular, un axón y terminales sinápticas, que llevan a cabo las cuatro funciones mencionadas.

❖ **Las dendritas:** responden a los estímulos, están formadas por tallos ramificados que sobresalen del cuerpo celular, realizan la función de “recibir la información”. Sus ramas ofrecen un área de superficie extensa para recibir las señales, ya sea del ambiente o de otras neuronas. Las dendritas de las neuronas sensoriales tienen adaptaciones en la membrana que les permiten producir señales eléctricas en respuesta a estímulos específicos del ambiente externo (como presión, olor o luz) o interno (como temperatura corporal, pH sanguíneo o la posición de una articulación). Las dendritas de las neuronas en el cerebro y la médula espinal por lo regular responden a compuestos químicos conocidos como neurotransmisores, liberados por otras neuronas.

❖ **El cuerpo celular:** procesa las señales de las dendritas. Las señales eléctricas viajan hacia las dendritas y convergen en el cuerpo celular de las neuronas, que llevan a cabo la función de “procesar la información”. El cuerpo celular “acumula” o integra las señales eléctricas que recibe de las dendritas. El cuerpo celular contiene también los organelos encontrados en la mayoría de las células, como núcleo, retículo endoplasmático y aparato de Golgi, y realiza actividades celulares típicas como la síntesis de moléculas complejas y la coordinación del metabolismo celular.

❖ **El axón:** se extiende hacia fuera del cuerpo celular, es una fibra larga que conduce los potenciales de acción (mensajes) del cuerpo celular a las terminales sinápticas en el extremo del axón, donde entra en contacto con otras células. Los axones individuales pueden extenderse desde tu médula espinal hasta tus dedos del pie, una distancia aproximada de un metro, por lo que las neuronas son las células más largas del cuerpo. Por lo regular, los axones están unidos en los nervios, de modo muy similar a los alambres unidos en un cable eléctrico. En los vertebrados, los axones unidos en los nervios surgen del cerebro y la médula espinal y se extienden a todas las regiones del cuerpo.



TIPOS DE NEURONAS:

A) De acuerdo con su función las neuronas se clasifican en tres tipos:

1. **Neuronas sensoriales:** son sensibles a varios estímulos provenientes del medio interno y externo. Se encuentran en los órganos de los sentidos, los músculos, las articulaciones y los órganos internos.

2. **Interneuronas:** proporcionan conexiones entre las neuronas sensoriales y las neuronas motoras, al igual que entre ellas mismas.

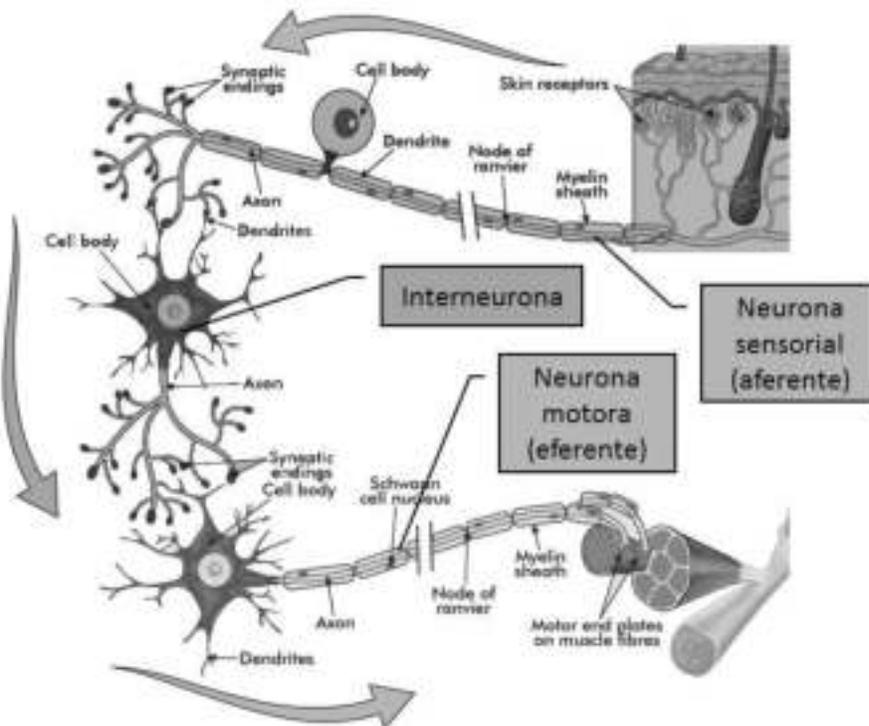
3. **Neuronas motoras:** estimulan las células musculares, incluyendo los músculos del corazón, el diafragma, los intestinos, la vejiga y las glándulas.

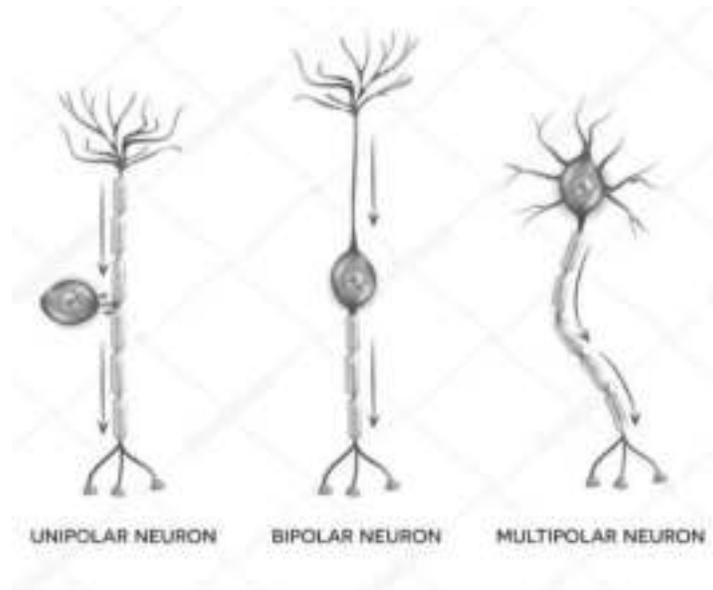
B) De acuerdo con el número de prolongaciones, las neuronas pueden ser:

1. **Monopolares:** con un solo axón

2. **Bipolares:** con dos prolongaciones, una de las cuales actúa como axón

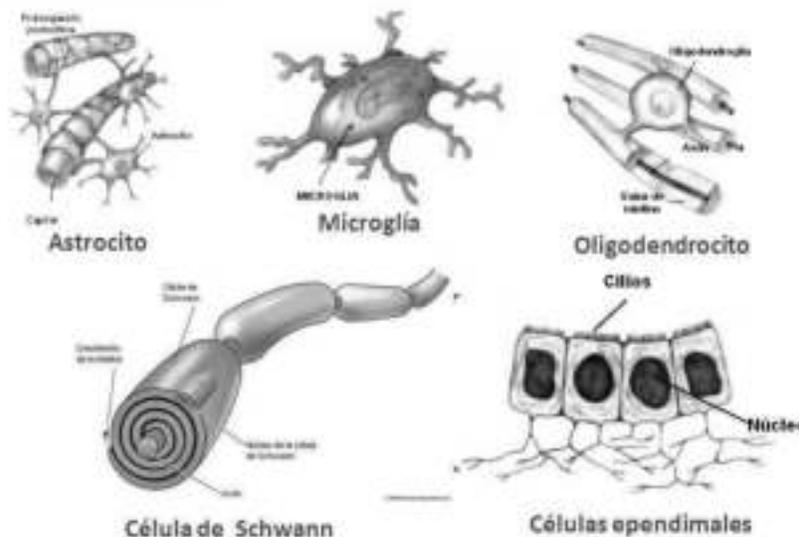
3. **Multipolares:** con un único axón y muchas dendritas





2. **CÉLULAS GLIALES:** Algunos animales como los vertebrados, poseen unas células conocidas como células gliales, que ayudan a las neuronas para que conduzcan la información de una manera más eficiente. Aunque las neuronas son las únicas células del sistema nervioso capaces de captar estímulos y generar respuestas, el apoyo que reciben de las células gliales es fundamental para su desempeño. Las células gliales se encuentran en mayor cantidad que las neuronas, y se encargan de protegerlas, brindarles soporte y nutrientes. Existen cuatro tipos:

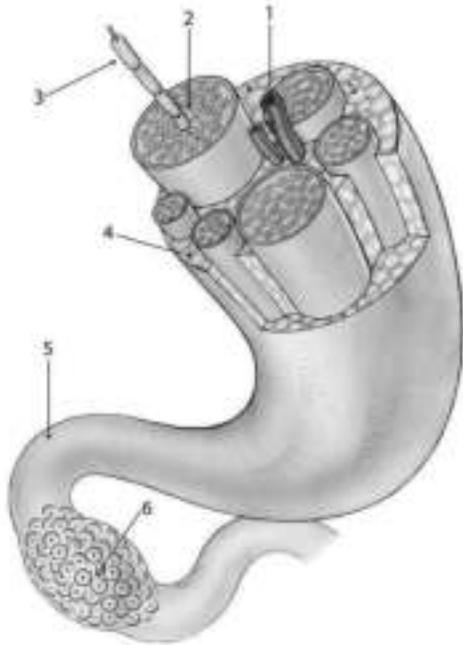
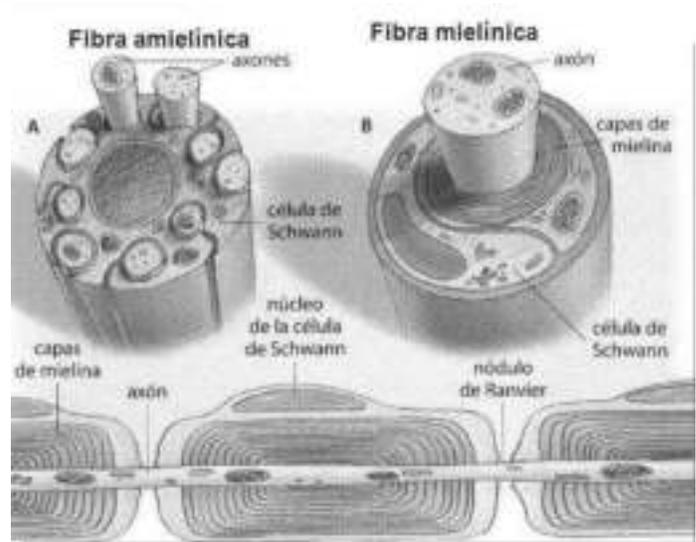
- A. Astrocitos:** son células que poseen numerosas ramificaciones y se ensanchan en sus extremos para apoyarse en los capilares, actuando como una barrera filtradora entre la sangre y la neurona.
- B. Oligodendrocitos:** son células de sostén que envuelven a los axones de las neuronas que se hallan dentro del sistema nervioso central. Su membrana es rica en mielina.
- C. Células de Schwann:** Además de la función de sostén y unión, estas células se encargan de formar la vaina de mielina que envuelve los axones neuronales en el sistema nervioso periférico.
- D. Microglías:** son células de cuerpo alargado y tienen muchas ramificaciones. En caso de inflamación o de daño, la microglía fagocita los restos de las neuronas muertas.
- E. Células ependimarias:** Son células de forma cilíndrica a cuboides, que recubren los ventrículos del cerebro y el conducto central de la médula espinal.



FIBRAS NERVIOSAS, NERVIOS Y GANGLIOS

Los axones de las neuronas se encuentran asociados a las células de Schwann, formando fibras nerviosas que pueden ser: mielínicas o amielínicas. En las **fibras mielínicas**, un solo axón está rodeado por varias células de Schwann que forman capas concéntricas que, a su vez, constituyen la **vaina de mielina**, mientras que las **fibras amielínicas** se forman por varios axones que no están recubiertos por mielina. Las fibras mielínicas transportan el impulso nervioso con mayor velocidad que las amielínicas

Las fibras nerviosas se pueden agrupar constituyendo **nervios** que quedan protegidos por capas de tejido conectivo. Los cuerpos de las neuronas pueden estar a su vez, agrupados en estructuras denominadas **ganglios**.



En la figura del lado izquierdo, podemos observar las siguientes partes:

1. Vasos sanguíneos
2. Fibras nerviosas
3. Axón
4. Célula de Schwann
5. Nervio
6. Ganglios nerviosos

Consulta:

1. ¿Qué son las redes neuronales artificiales?
2. ¿Qué funciones cumplen dichas redes?
3. ¿Cómo están clasificadas?
4. ¿Cuáles son las principales aplicaciones de estas redes?

EL IMPULSO NERVIOSO

El impulso nervioso, que permite que las neuronas transmitan información, es un impulso de naturaleza electroquímica y su conducción está asociada a fenómenos que se producen en la membrana celular de los axones. También llamados **potenciales de acción**, los **impulsos nerviosos** son ondas de descarga eléctrica que viajan a lo largo de la membrana celular de las neuronas debido al flujo de iones sodio (Na^+) y potasio (K^+) a través de esta, lo cual depende de la existencia de distintas concentraciones de estos elementos dentro y fuera de la célula. Este desequilibrio iónico se debe a que la membrana presenta **permeabilidad selectiva**, es decir, deja entrar algunos iones más fácilmente que otros.

LA TRANSMISIÓN DEL IMPULSO NERVIOSO:

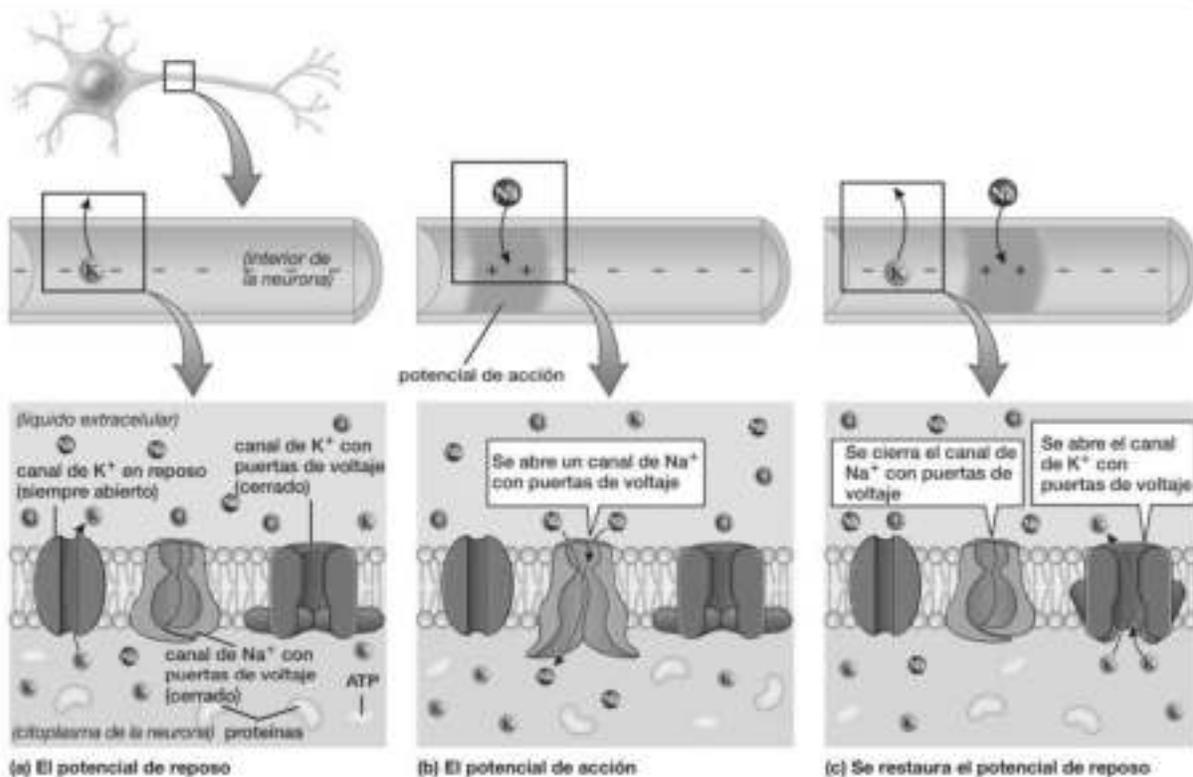
Cuando una fibra nerviosa está en reposo, se encuentra polarizada, es decir, exhibe una diferencia de potencial eléctrico. Esto sucede porque en el exterior de su membrana celular hay iones cargados positivamente, principalmente de sodio (Na^+), y en el interior un predominio de proteínas cargadas negativamente y de iones potasio (K^+). Esto crea una diferencia de carga eléctrica entre ambos lados de la membrana, que se mantiene en el tiempo y se denomina **potencial de reposo**. Luego, ocurre la despolarización y repolarización de la membrana del axón, que permite la transmisión del impulso nervioso. Esto ocurre de la siguiente manera:

1. **Potencial de reposo:** en condiciones de reposo, la membrana de la neurona está polarizada, ya que el exterior es positivo respecto al interior. Se establece así una diferencia de potencial de reposo, de unos -70mV (milivoltios).

2. **Potencial de acción:** los impulsos nerviosos son ondas transitorias de inversión de voltaje que se inician en el sitio donde se aplica el estímulo. Cada una de estas ondas corresponde a un potencial de acción. Ocurre en dos momentos:

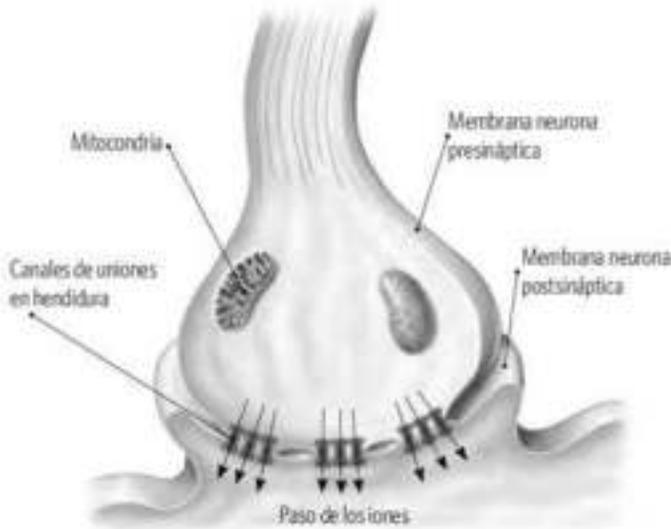
a) **Despolarización:** cuando se aplica un estímulo a la membrana de la neurona se favorece la entrada de Na^+ . Este tránsito es tan intenso que invierte la diferencia de voltaje: el exterior pasa a ser negativo y el interior positivo ($+30\text{mV}$). Se produce un potencial de acción.

b) **El flujo de Na^+ decrece**, mientras que el K^+ sale de la célula para neutralizar la electronegatividad del exterior. Como la salida de K^+ es mayor que la que se requiere para restablecer el potencial de reposo, la membrana queda con mayor electronegatividad en el interior.



LA SINAPSIS

Es la unión que permite la comunicación de las neuronas entre sí, entre una neurona y un receptor sensitivo, o una neurona y una célula efectora. Esta comunicación ocurre debido a que los botones de las terminales del axón están en contacto con las dendritas o el cuerpo celular de otra neurona. Existen dos tipos de sinapsis: **eléctrica y química**.



1. Sinapsis eléctrica: en esta, la corriente eléctrica que se genera en una neurona circula directamente a otra a través de las membranas plasmáticas, donde se encuentran las uniones de hendidura o *gap junctions*. Este tipo de uniones permite el paso de sustancias directamente entre una neurona y otra y, además, la circulación de corriente entre ellas.

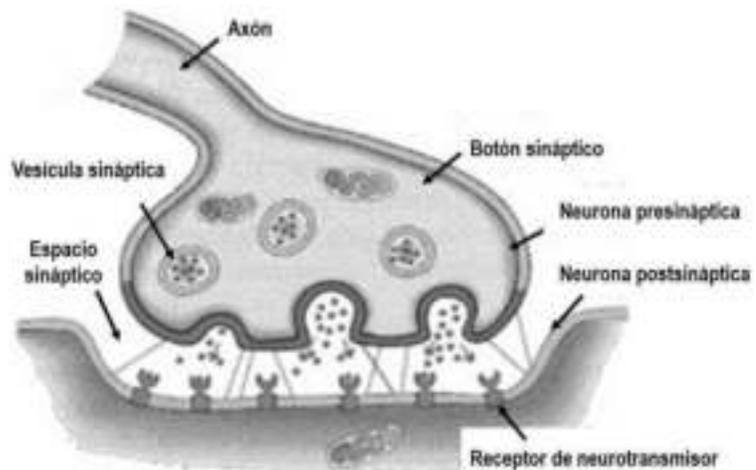
2. Sinapsis química: permite la transmisión de los impulsos nervioso mediante la liberación de sustancias químicas denominadas **neurotransmisores**. En este tipo de sinapsis se distinguen tres elementos.

a) Neurona presináptica: envía moléculas neurotransmisoras a través de un espacio hasta la neurona postsináptica. Se trata de la terminal de un axón que contiene numerosas vesículas, cada una llena de moléculas neurotransmisoras

b) La hendidura sináptica: es un espacio diminuto, que separa la neurona presináptica de la postsináptica. El interior de la terminal de la neurona presináptica, se carga positivamente, lo que inicia una cascada de cambios que hace que algunas de estas vesículas liberen neurotransmisores en la hendidura sináptica y llegan a la membrana postsináptica. En realidad, la liberación de neurotransmisores es un caso especializado de exocitosis.

c) Neurona postsináptica: La superficie exterior de la membrana plasmática de la neurona postsináptica (puede ser otra neurona o un órgano efector, como un músculo), está repleta de proteínas receptoras que se especializan en unirse a los neurotransmisores liberados por la neurona presináptica.

Las moléculas neurotransmisoras se extienden por toda la hendidura y se unen a estos receptores haciendo que se genere un nuevo impulso.



Esquema de la sinapsis química, vista del botón presináptico y la membrana postsináptica.

NEUROTRANSMISORES

Son las sustancias químicas que se encargan de la transmisión de las señales desde una neurona hasta la siguiente a través de las sinapsis. También se encuentran en la terminal axónica de las neuronas motoras, donde estimulan las fibras musculares para contraerlas. Ellos y sus parientes cercanos son producidos en algunas glándulas como las glándulas pituitaria y adrenal.

Estos son solo algunos ejemplos de neurotransmisores en nuestro sistema nervioso

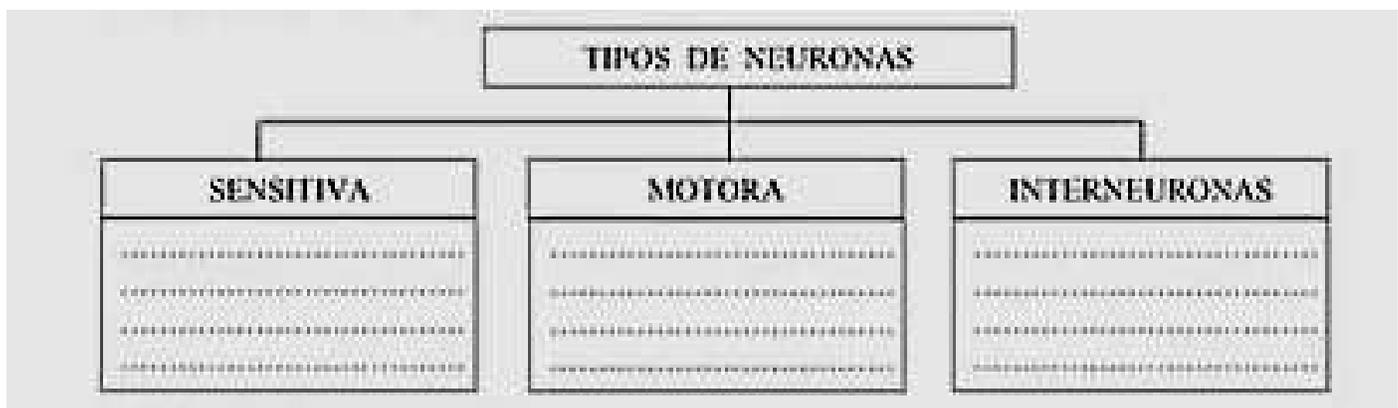
Neurotransmisor	Ubicación en el sistema nervioso	Algunas funciones importantes
acetilcolina	Sinapsis entre neuronas motoras y músculos; sistema nervioso autónomo, muchas áreas del cerebro	Activa los músculos esqueléticos; activa los órganos blanco del sistema nervioso parasimpático
Dopamina	Mesencéfalo	Importante en las emociones, los placeres y el control del movimiento
Norepinefrina (noradrenalina)	Sistema nervioso simpático	Activa los órganos blanco del sistema nervioso simpático
Serotonina	Mesencéfalo, puente de Varolio y bulbo raquídeo	Influye en el humor y en el sueño
Glutamato	Muchas áreas del cerebro y médula espinal	Principal neurotransmisor de excitación en el sistema nervioso central
Glicina	Médula espinal	Principal neurotransmisor de inhibición en la médula espinal
GABA (ácido gamma aminobutírico)	Muchas áreas del cerebro y médula espinal	Principal neurotransmisor de inhibición en el cerebro
Endorfinas	Muchas áreas del cerebro y médula espinal	Influye en el humor, reduce las sensaciones de dolor
Óxido nítrico	Muchas áreas del cerebro	Importante en la formación de recuerdos

ACTIVIDAD N°1: NEURONAS E IMPULSO NERVIOSO

➤ Completa las siguientes afirmaciones:

- Las neuroglías son células que se encargan de _____ , proteger, _____ y reparar a las neuronas.
- La neurona es la unidad _____, fisiológica y _____ del tejido nervioso.
- La neurona se encarga de generar y _____ los impulsos nerviosos como respuesta a _____ percibidos a través de los sentidos.
- Las microglías se encargan de _____, es decir comer bacterias

➤ Completa el siguiente esquema, indicando la función, clasificación y ubicación



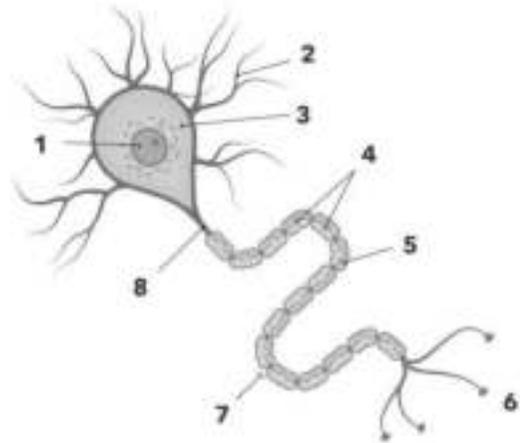
➤ Relaciona, uniendo con flechas de colores, las células o estructuras mencionadas en la columna izquierda, con las afirmaciones de la columna derecha

- 1 Astroglia
- 2 Oligodendrocitos
- 3 Células ependimarias
- 4 Célula de Schwann
- 5 Microglías
- 6 Neuronas bipolares

- Se hallan en la hipófisis y la retina del ojo
- Se encargan de fagocitar células dañinas
- Se encarga de nutrir a las neuronas y filtrar la sangre
- Conserva la mielina en los axones
- Revisten cavidades nerviosas
- Envuelven a los axones

➤ De acuerdo con el esquema, indique el nombre de las estructuras señaladas, respetando la numeración

- 1. _____
- 2. _____
- 3. _____
- 4. _____
- 5. _____
- 6. _____
- 7. _____



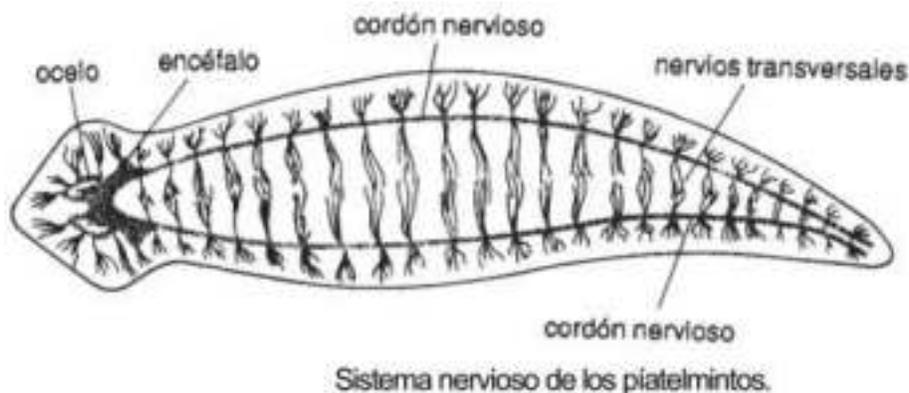
➤ Responde:
¿Qué relación hay entre la sinapsis química y los neurotransmisores?
¿Qué otros ejemplos de neurotransmisores hay? Explícalos

MÓDULO N° 2. SISTEMA NERVIOSO EN ANIMALES INVERTEBRADOS Y VERTEBRADOS.

DESARROLLO FILOGENÉTICO DEL SISTEMA NERVIOSO

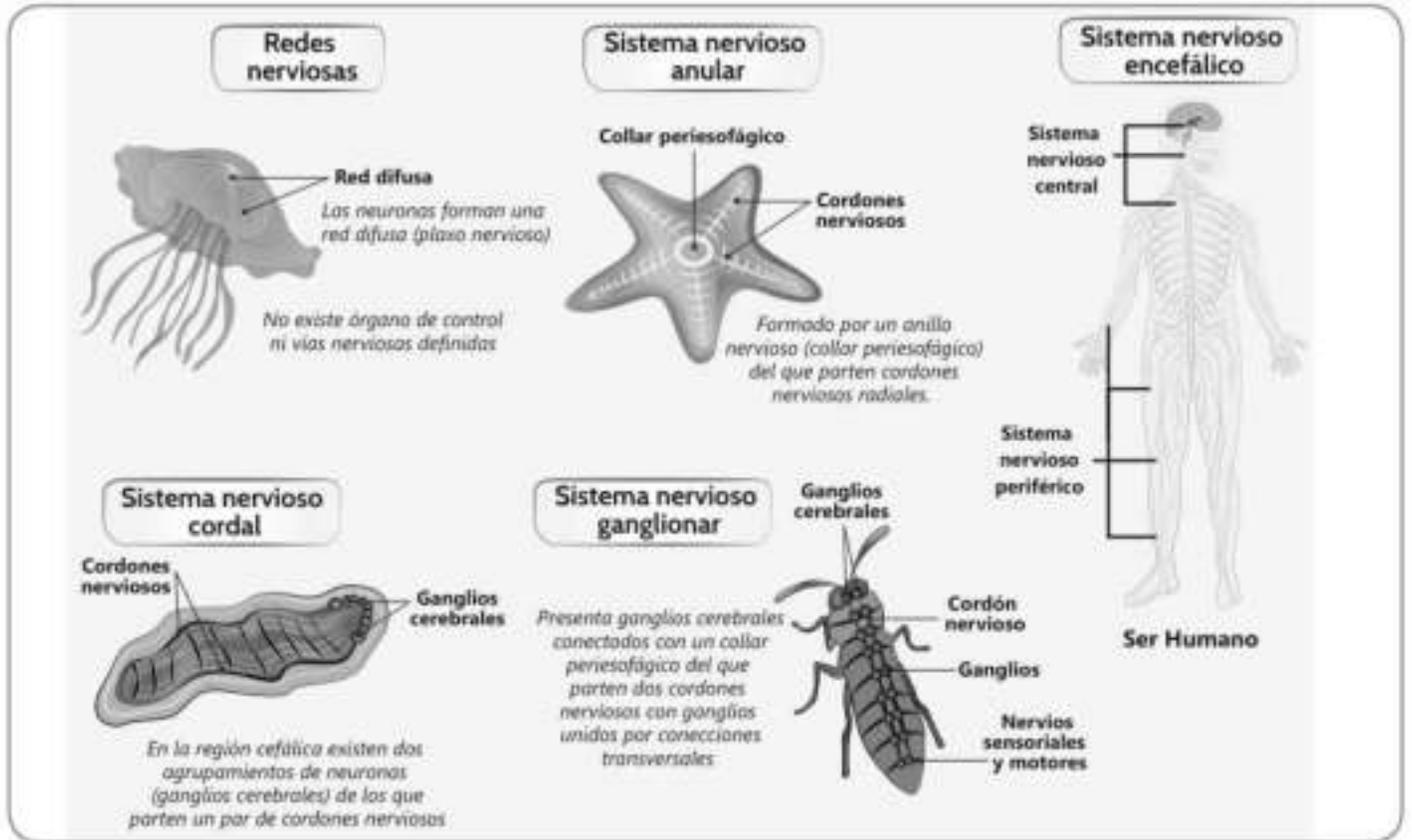
En los organismos pluricelulares primitivos, por ejemplo las esponjas, la presencia de un sistema de coordinación es incipiente. En el phylum Cnidaria, del cual es ejemplo la conocida hidra, ya se observa un nivel de organización tisular. En el ectodermo (capa externa) de estos animales abundan unas delgadas células sensoriales que constituyen el aparato aferente de un sistema neural de coordinación. Esas células se comunican con una red nerviosa, la cual es la característica más sobresaliente del sistema de coordinación. Dicha red es una estructura relativamente difusa, con ciertas limitaciones en cuanto a la gama de respuestas que puede producir: por lo general, una estimulación de las células epitelio musculares o de estructuras defensivas especializadas. En el nivel de la red nerviosa aún no existe la posibilidad de ejecutar movimientos musculares refinados. Sin embargo, en algunos cnidarios existe, además de la red, un anillo nervioso que permite respuestas neuromusculares de mayor complejidad. Por lo común, en el nivel de la red nerviosa los impulsos viajan por las neuronas en ambas direcciones.

Los ctenóforos o medusas de peines (phylum Ctenophora) también poseen red nerviosa, pero en ellas se observan indicios de diferenciación local. Dos de tales indicios de un nivel de organización superior son la presencia de un anillo oral y una serie de ocho bandas neurales que se aprecian justo por debajo de los peines. En los platelmintos (phylum Platyhelminthes) ya se aprecia un claro nivel de organización tisular. En el extremo anterior existen dos lóbulos de tejido nervioso concentrado que integran juntos el encéfalo. De ahí se prolongan hacia atrás dos haces de neuronas llamados cordones nerviosos. Dichas estructuras forman un sistema nervioso centralizado capaz de procesar la información proveniente de las células sensoriales de la superficie y permiten un comportamiento de mayor complejidad que el observado en organismos más primitivos.



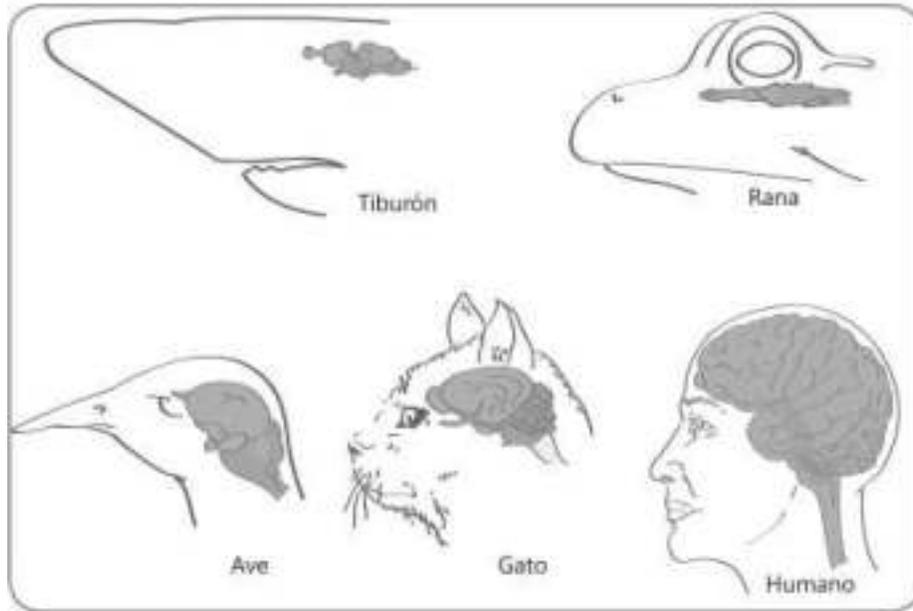
En los moluscos (p. ej. caracoles y almejas) se observa un mayor grado de complejidad debido a la cefalización (concentración de neuronas en el extremo cefálico) más pronunciada y a la presencia de más conjuntos (nudos) de somas neuronales llamados ganglios, los cuales están dispersos por todo el sistema nervioso. Este phylum también se caracteriza por tener una variedad de estructuras sensoriales. Incluso se sabe que el pulpo es capaz de aprender algunas cosas. La lombriz de tierra (phylum Annelida) también cuenta con un sistema nervioso complejo. En el extremo anterior de este organismo está concentrada una variedad de células sensoriales, mas no se observan órganos sensoriales prominentes. El encéfalo está integrado por dos grandes ganglios. Por la superficie ventral del cuerpo corre un cordón nervioso doble pero fusionado. Dicho cordón forma, en cada segmento de la lombriz, un ganglio que coordina los impulsos sensoriales y motores de ese segmento. En los artrópodos, sobre todo en los insectos, se observa un grado notable de cefalización. De los órganos de los sentidos presentes en la región anterior, los más notorios son los ocelos o, en algunos grupos, los ojos

compuestos. Estos animales presentan en su lado ventral un sistema nervioso de tipo "escalera de mano", es decir, un cordón nervioso doble, marcado a todo lo largo por unos cuantos o muchos ganglios. La coordinación de los delicados movimientos de los apéndices de los artrópodos depende en buena medida de los ganglios presentes en cada segmento, lo cual permite una considerable descentralización de las funciones motoras. Aunque muchos expertos consideran que los equinodermos son organismos relativamente avanzados, sus sistemas nerviosos no son tan complejos como los de la mayoría de los artrópodos. Entre otras cosas, en la mayor parte de las formas representativas de los equinodermos no se observa un sistema nervioso central bien definido.



El sistema nervioso en vertebrados

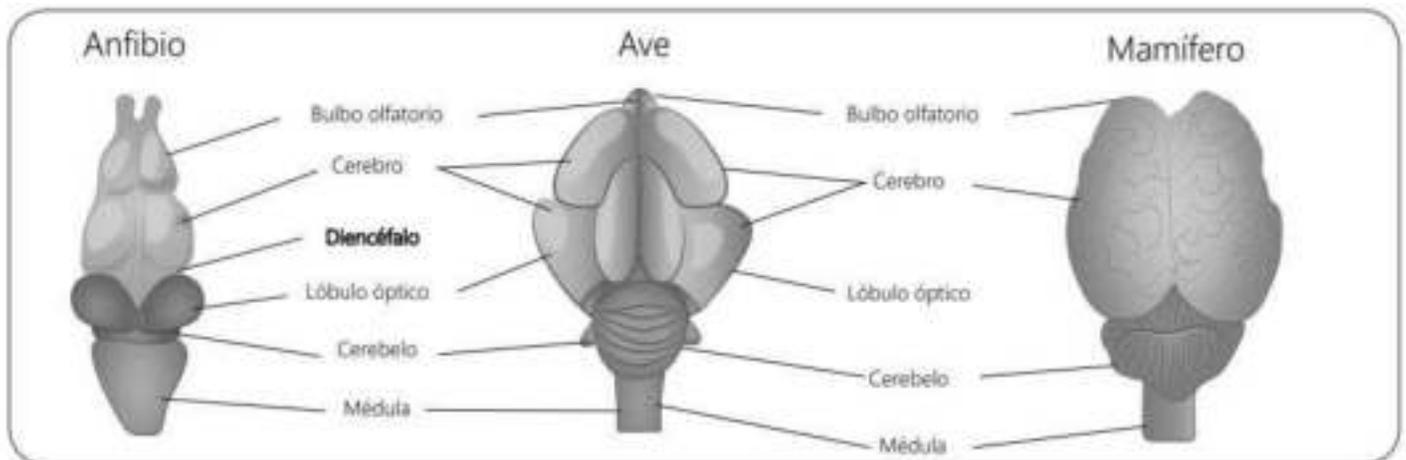
El cerebro de los vertebrados tuvo su comienzo evolutivo como una serie de tres protuberancias en el extremo anterior del tubo neural dorsal hueco. Esta historia se repite en el desarrollo embrionario humano cuando, en la superficie dorsal del embrión joven, se cierra un surco que origina una estructura tubular. A partir de esa estructura se desarrolla el sistema nervioso central: el cerebro y la médula espinal. Las cavidades, conocidas como ventrículos, persisten en el cerebro maduro y están llenas con el mismo fluido cerebroespinal que se encuentra dentro de la médula espinal. En los vertebrados inferiores, las tres protuberancias anteriores conservan su disposición lineal, formando el rombencéfalo, el mesencéfalo y el prosencéfalo, o bien, cerebro posterior, medio y anterior, respectivamente. En aves y mamíferos, estos "cerebros" se pliegan uno sobre otro en el curso del desarrollo, pero pueden aun ser identificados como regiones distintas. Así, los términos rombencéfalo, mesencéfalo y prosencéfalo se utilizan para describir las principales regiones del cerebro de todos los vertebrados, incluyendo el del ser humano.



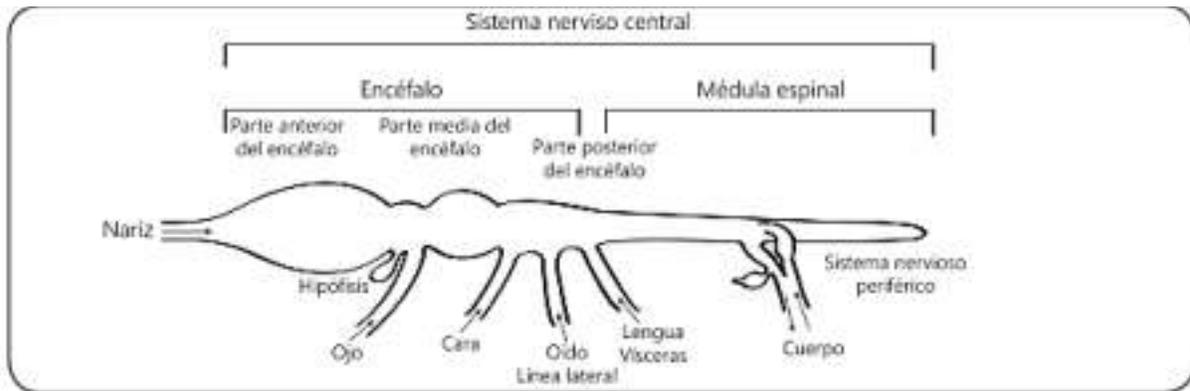
Los cerebros de cinco grupos de vertebrados.

Los tallos cerebrales incluyen la protuberancia, el bulbo y el mesencéfalo, que son similares en los diferentes grupos. Sin embargo, el cerebro se ha vuelto más grande en el curso de la evolución, y sus dos segmentos se han plegado hacia arriba, formando los dos hemisferios cerebrales. La corteza cerebral, la superficie externa de los hemisferios, alcanza su mayor desarrollo en los primates, particularmente en *Homo sapiens*. El lóbulo olfatorio se encuentra oculto en el cerebro humano por los hemisferios cerebrales, que están mucho más desarrollados.

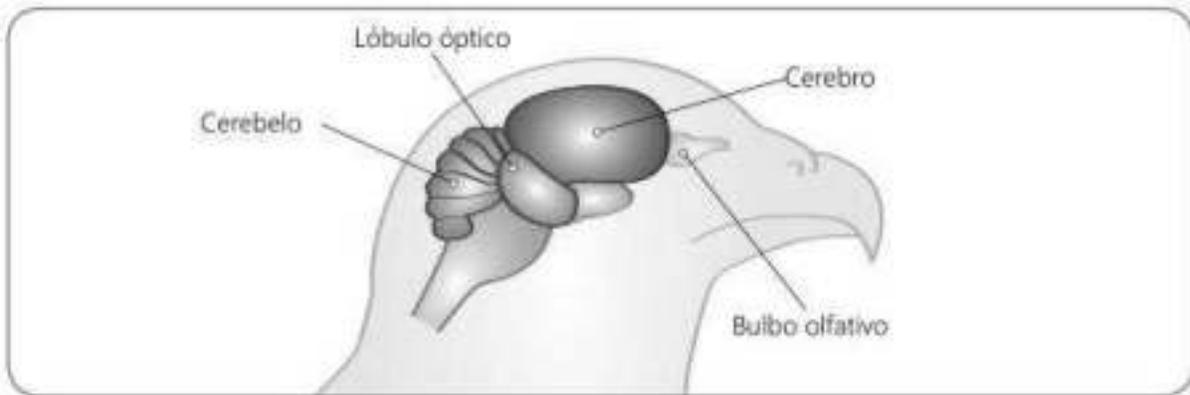
Aunque el estudio comparado del encéfalo de los vertebrados revela similitudes y rasgos evolutivos adquiridos, también existe una gran variación en el desarrollo de las distintas regiones, en los diferentes grupos. En los peces y anfibios los lóbulos olfatorios y ópticos presentan un gran desarrollo; por el contrario, el cerebro está poco desarrollado. En las aves y sobre todo en los mamíferos, el cerebro y el cerebelo son las partes más desarrolladas.



El encéfalo de los **anfibios** está dividido en tres regiones fundamentales: el encéfalo anterior, que está relacionado con el olfato; el encéfalo medio, relacionado con el sentido de la vista y el encéfalo posterior, dedicado a controlar la audición y el equilibrio. Son estas tres regiones las que han sufrido las principales modificaciones para que los anfibios pudieran adaptarse al medio terrestre.



Las **aves** tienen un cerebro de tres partes compuesta por una sección para el olfato, una óptica y otra para la audición. Las proporciones relativas de cada una de estas secciones varían con la ecología de las aves. Por ejemplo, aves como buitres y halcones, los cuales detectan bajos niveles de gas metano, tienen una gran parte olfativa a sus cerebros.



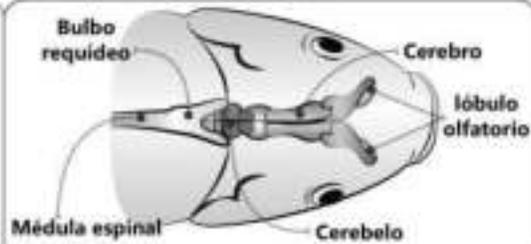
El sistema nervioso de los **mamíferos** cuenta con el cerebro más complejo del reino animal, con adaptaciones funcionales que dependen de los hábitos de vida de las especies, una de las mayores innovaciones del cerebro mamífero se presentan en su corteza, con la aparición del Neocórtex, quien permite tener conciencia y controlar las emociones, a la vez que desarrolla las capacidades cognitivas superiores, y por la cual muchos grupos de mamíferos desarrollan habilidades sociales que les permite vivir en comunidades y presentar relaciones comportamentales complejas con otros organismos. El diseño original de este sistema se conserva a través de muchos animales a lo largo de la evolución; por lo tanto, las funciones fisiológicas y de comportamiento de adaptación son similares en muchas especies animales.

¿Qué relación puedes establecer entre el sistema nervioso de anfibios, aves y mamíferos y sus hábitos de vida?

Peces

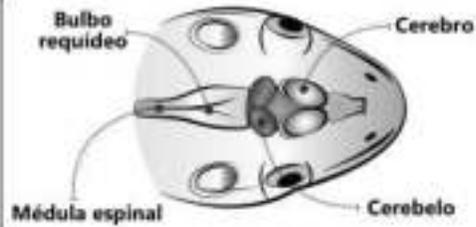
* Su cerebro está compuesto por los bulbos olfatorios que son responsables del sentido del olfato. El cerebelo coordina los movimientos corporales, el bulbo requideo, y el funcionamiento de los órganos internos.

* Su audición es muy rudimentaria



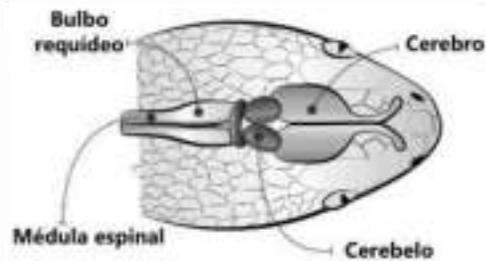
Anfibios

* En cuanto a los órganos de los sentidos, estos organismos tienen una visión aguda que les permite incluso atrapar insectos en movimiento, además de percibir sonidos a través de las membranas timpánicas, situadas a cada lado de su cabeza.



Reptiles

* Su cerebro y cerebelo son más grandes en relación con el resto de la masa encefálica. Tienen desarrollados los sentidos de la visión (perciben colores), el olfato y la visión.

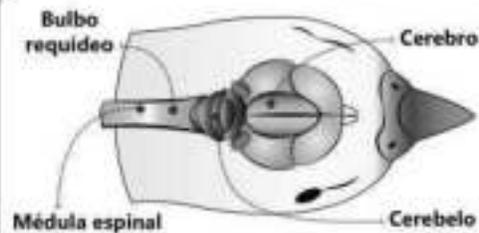


Aves

* Su encéfalo controla funciones relacionadas con el vuelo, la orientación, el cortejo, entre otras.

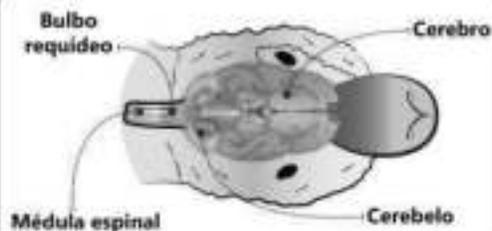
* Su cerebelo coordina la precisión de sus movimientos.

* Presentan visión y audición más desarrolladas que el gusto y el olfato.



Mamíferos

* Su encéfalo es el más grande de los grupos presentados. Algunas especies desarrollan algún sentido más que otras; por ejemplo, los murciélagos y los delfines perciben sonidos que para nosotros son imperceptibles.



MÓDULO N° 3. Estructuras y funciones del sistema nervioso humano.

El sistema nervioso de todos los mamíferos, incluidos los seres humanos, se puede dividir en dos partes: central y periférico. Cada una de las cuales tiene otras subdivisiones. El sistema nervioso central (SNC) está conformado por el cerebro y la médula espinal. El sistema nervioso periférico (SNP) está integrado por neuronas situadas fuera del SNC y axones que conectan a estas neuronas con el SNC. Los cuerpos celulares de las neuronas en el SNP se localizan a menudo en los ganglios junto a la médula espinal o en los ganglios cerca de los órganos blanco, como los ganglios en la cabeza y el cuello que controlan las glándulas salivales.

El sistema nervioso periférico une al sistema nervioso central con el resto del cuerpo

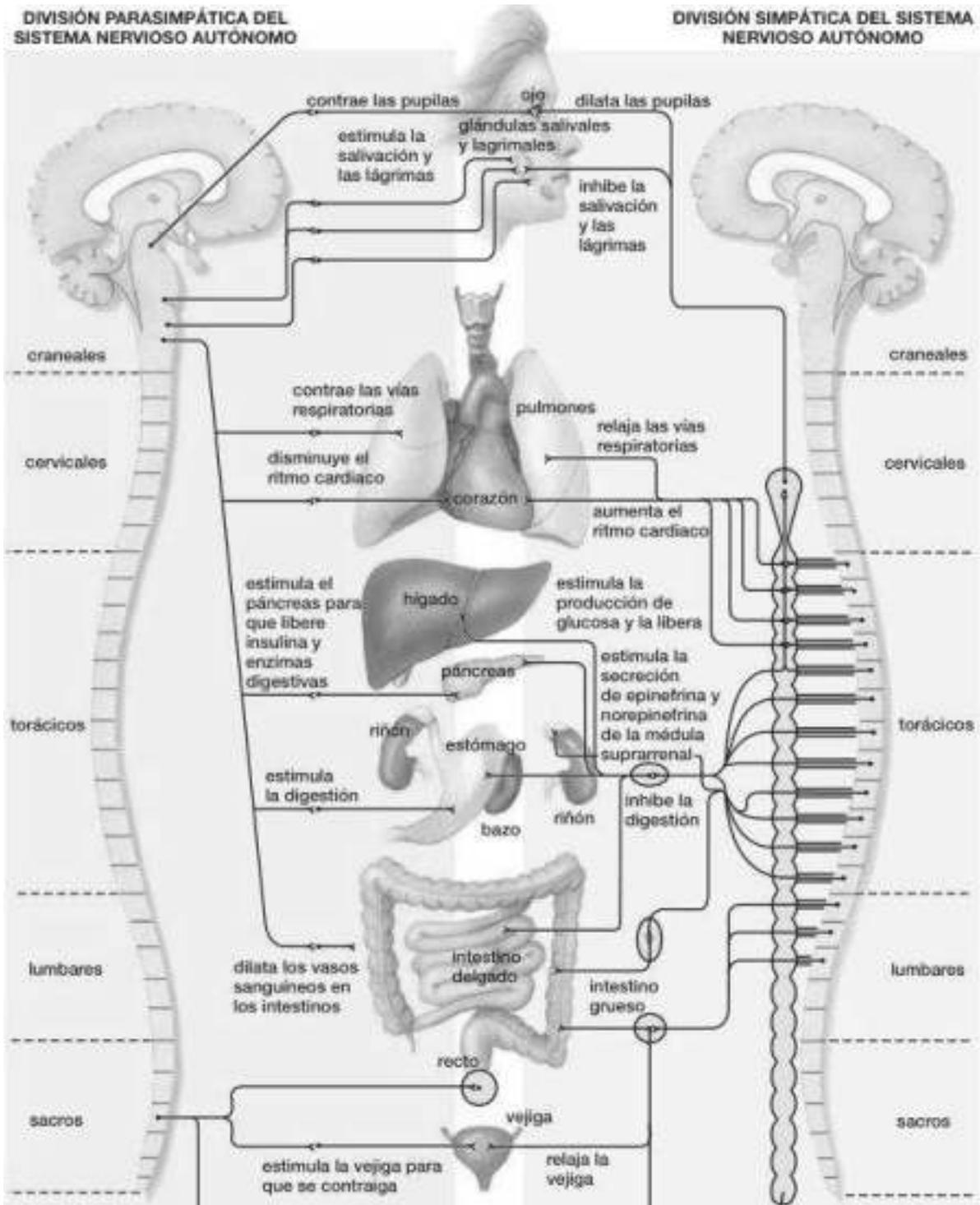
Los nervios del sistema nervioso periférico conectan el cerebro y la médula espinal con el resto del cuerpo, incluidos músculos, glándulas, órganos sensoriales y los sistemas digestivo, respiratorio, urinario, reproductor y circulatorio. Los nervios periféricos contienen axones de neuronas sensoriales, los cuales llevan información sensorial al sistema nervioso central de todas las partes del cuerpo. Los nervios periféricos contienen también los axones de las neuronas motrices que transportan señales del sistema nervioso central a las glándulas y músculos. La porción motriz del sistema nervioso periférico está formada por dos partes: el sistema nervioso somático y el sistema nervioso autónomo.

Las neuronas motrices **del sistema nervioso somático** forman sinapsis con los músculos esqueléticos y controlan el movimiento voluntario. Los cuerpos celulares de las neuronas motrices somáticas se localizan en la médula espinal. Sus axones van directo a los músculos que controlan.

El sistema nervioso autónomo (SNA)

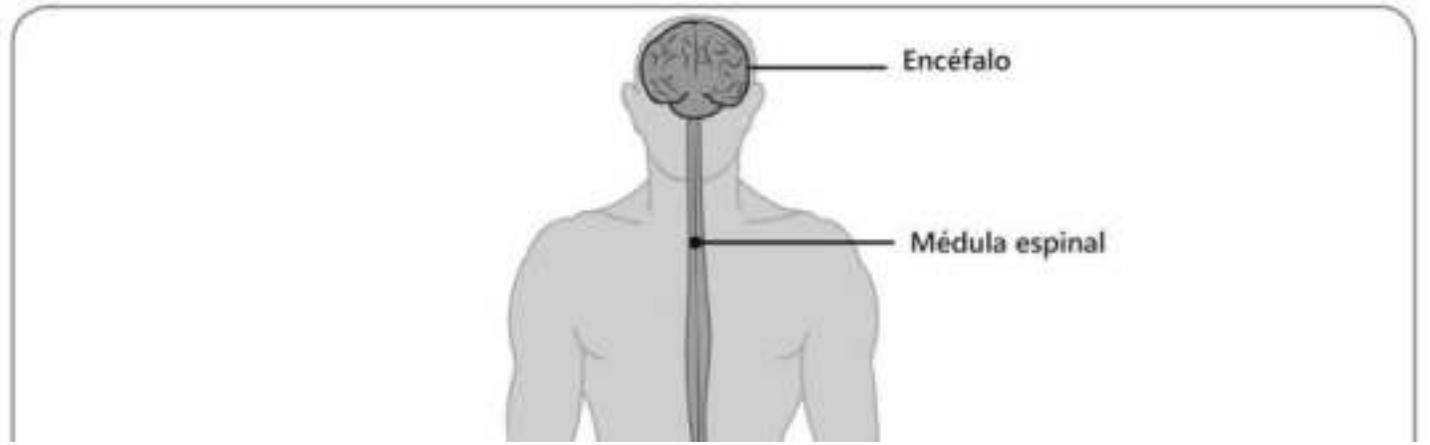
Consta de dos subsistemas. El sistema nervioso simpático (SNS) prepara al cuerpo para las situaciones de emergencia, es decir, las respuestas asociadas con la lucha o el escape. En otras palabras, produce una rápida y total movilización para evitar un peligro inminente. Se fortalecen y aceleran los latidos del corazón, se eleva la presión arterial, aumentan las concentraciones de azúcar en la sangre y el torrente sanguíneo se desvía de los vasos del tronco para ir a los de brazos y piernas a fin de aprestarlos para el combate o la huida. Por otro lado, el sistema nervioso parasimpático (SNP) sostiene las funciones de conservación que permiten al organismo recuperarse durante los periodos de tranquilidad. Desde luego, estas funciones (alimentarse, tener actividad sexual, orinar, etc.) deben realizarse una por una y no a la vez.

En ambos sistemas, el impulso efector empieza en una neurona motora del SNC y luego es enviado a una segunda neurona motora. La sinapsis de estas dos neuronas ocurre en un ganglio. En el caso del SNS, dichos ganglios forman una cadena a lo largo de la médula espinal; unos cuantos de ellos se localizan en plexos nerviosos situados justo por fuera de la línea de la cadena. El SNS surge de las regiones cervical, torácica y lumbar, mientras que el SNP envía sus fibras nerviosas desde los extremos craneal y sacro del SNC. Los ganglios del SNP están en efecto dentro del órgano objetivo y esto constituye una marcada diferencia respecto a la cadena centralizada de ganglios del SNS. Las neuronas de la división parasimpática liberan acetilcolina hacia sus órganos blanco. La división parasimpática domina durante las actividades de mantenimiento que es posible llevar a cabo en el tiempo libre, conocidas a menudo como “descansar y digerir”. Bajo el control parasimpático, el tracto digestivo se activa, el ritmo cardiaco se hace más lento y las vías respiratorias en los pulmones se contraen, porque el cuerpo necesita de un menor flujo de sangre y menos oxígeno.

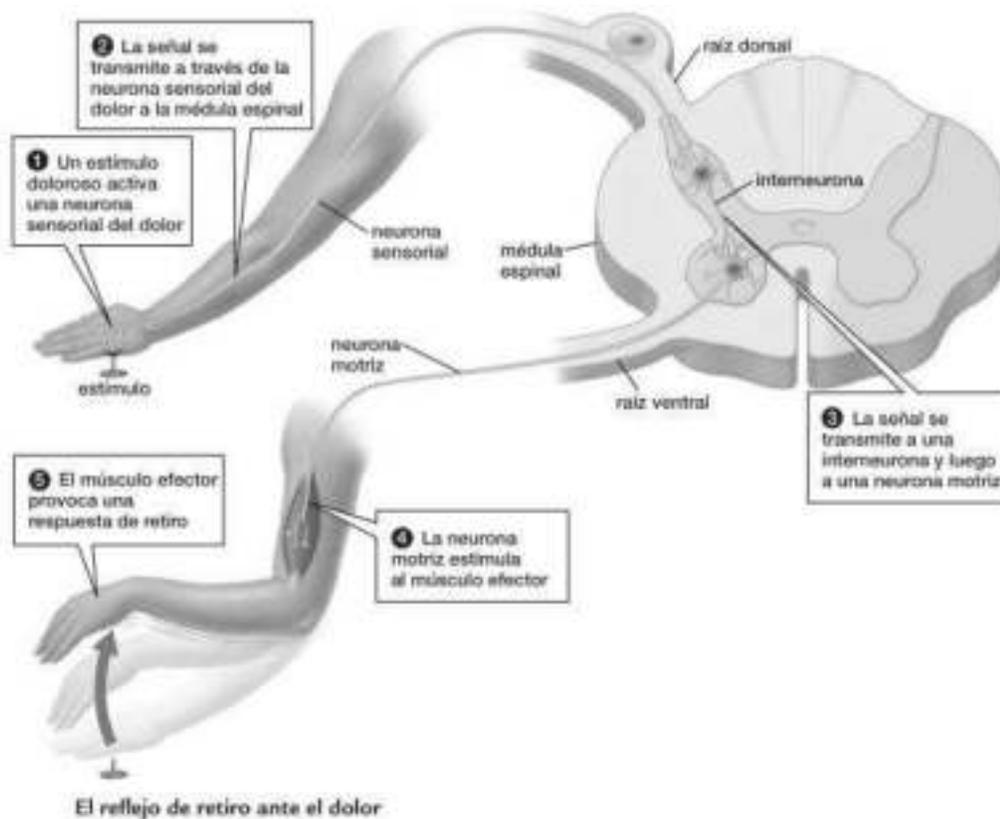


El sistema nervioso central

Está conformado por la médula espinal y el encéfalo. El SNC recibe y procesa la información sensorial, genera los pensamientos y dirige las respuestas. El SNC consiste sobre todo de interneuronas; ¡probablemente alrededor de 100 mil millones! El cerebro y la médula espinal se encuentran protegidos del daño físico de tres maneras. La primera línea de defensa es una armadura ósea, que consiste en el cráneo, que rodea el cerebro, y una cadena de vértebras que protege la médula espinal. Debajo de los huesos se encuentran tres capas de tejidos conectivos llamados meninges. Entre las capas de las meninges, el líquido cerebrospinal, un líquido claro similar al plasma sanguíneo, protege al cerebro y la médula espinal y nutre a las células del SNC.



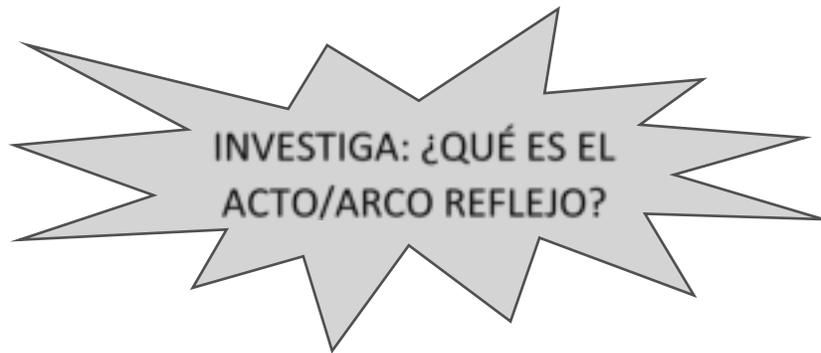
La médula espinal controla muchos reflejos y conduce la información hacia y desde el cerebro: La médula espinal, que tiene más o menos el grosor de tu dedo meñique se extiende desde la base del cerebro hasta la parte baja de la espalda. Los nervios que transportan axones de neuronas sensoriales surgen de la parte dorsal (posterior) de la médula espinal, y aquellos que transportan axones de neuronas motrices surgen de la parte ventral (anterior). Estos nervios salen para formar los nervios espinales que inervan la mayor parte del cuerpo. Debido a su parecido con las raíces de un árbol que surgen en un solo tronco, estas ramificaciones se conocen como raíces dorsales y ventrales de los nervios espinales, respectivamente. Los ensanchamientos de cada raíz dorsal, conocidos como ganglios de raíces dorsales, contienen los cuerpos celulares de las neuronas sensoriales.



En el centro de la médula espinal se encuentra un área de materia gris en forma de mariposa conformada por los cuerpos celulares de las neuronas motrices que controlan los músculos voluntarios y el sistema nervioso autónomo, y por las interneuronas que se comunican con el cerebro y otras partes de la médula espinal. La materia gris está rodeada de materia blanca, que contiene axones recubiertos con mielina de neuronas que se extienden hacia arriba o hacia abajo de la médula espinal (los

recubrimientos de mielina constituida de lípidos dan un color blanco a estos axones). Los axones transportan señales sensoriales desde los órganos internos, los músculos y la piel hasta el cerebro. Asimismo, los axones se extienden hacia abajo desde el cerebro, transportando señales que dirigen las porciones motrices del sistema nervioso periférico.

El cableado para algunas actividades muy complejas también reside dentro de la médula espinal. Todas las neuronas y las interconexiones necesarias para los movimientos básicos al caminar y correr, por ejemplo, se encuentran en la médula espinal. La ventaja de esta organización parcialmente independiente entre el cerebro y la médula espinal tal vez sea un incremento en la velocidad y la coordinación, porque los mensajes no tienen que viajar hasta el cerebro y de regreso sólo para mover la pierna hacia delante al caminar. La función del cerebro en estas conductas semiautomáticas consiste en iniciar, guiar y modificar la actividad de las neuronas motrices espinales con base en decisiones conscientes (hacia dónde vas; qué tan rápido debes caminar). Para mantener el equilibrio, el cerebro utiliza también la información sensorial de los músculos para ordenar a las neuronas motrices que ajusten la forma en que se mueven los músculos



El encéfalo se conforma de varias estructuras que realizan funciones específicas:

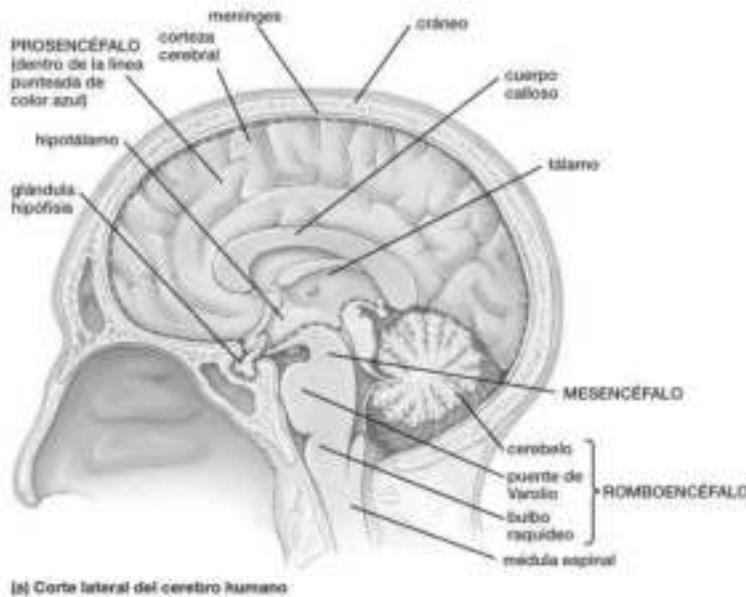
El cerebro de todos los vertebrados tiene tres partes principales: el romboencéfalo, el mesencéfalo y el prosencéfalo. Los científicos creen que en los primeros vertebrados estas tres divisiones anatómicas también eran divisiones funcionales: el romboencéfalo regulaba las conductas automáticas como la respiración y el ritmo cardiaco, el mesencéfalo controlaba la visión y el prosencéfalo se ocupaba más que nada del sentido del olfato. En los vertebrados no mamíferos, las tres divisiones siguen siendo prominentes. Sin embargo, en los mamíferos, sobre todo en los seres humanos, las regiones del cerebro se modificaron en forma significativa. Algunas redujeron su tamaño; otras, en especial el prosencéfalo, crecieron mucho.

Partes del encéfalo primitivo	Partes del encéfalo definitivo
Prosencéfalo o cerebro anterior	Telencéfalo que contiene los lobulos olfatorios y el cerebro. Diencefalo, formado por el tálamo, debajo del cual está el hipotálamo, la hipófisis entre otras estructuras
Mesencéfalo o cerebro medio	Lóbulo ópticos
Rombencéfalo o cerebro posterior	Metencéfalo o cerebelo Mielencéfalo o bulbo

En los seres humanos y otros mamíferos, el **romboencéfalo** consta del bulbo raquídeo, el puente de Varolio y el cerebelo. Tanto en su estructura como en su función, el bulbo raquídeo es muy similar a una extensión ensanchada de la médula espinal. Al igual que ésta, el bulbo raquídeo tiene cuerpos celulares neuronales en el centro, rodeados por una capa de axones mielinizados. Controla varias funciones automáticas, como la respiración, el ritmo cardiaco, la presión arterial y la deglución. Ciertas neuronas en el puente de Varolio, localizadas justo arriba del bulbo raquídeo, parecen influir en las transiciones entre el sueño y la vigilia y entre las diferentes etapas del sueño. Otras neuronas en el puente de Varolio influyen en la velocidad y en el patrón de la respiración. El cerebelo es crucial para coordinar los movimientos del cuerpo.

El **mesencéfalo** es muy pequeño en los humanos. Contiene un centro de recepción auditiva y grupos de neuronas que controlan los movimientos reflejos de los ojos. Por ejemplo, si estás sentado en clase y alguien entra corriendo por la puerta, los centros en tu mesencéfalo son alertados y dirigen tu mirada hacia el nuevo y potencialmente interesante o amenazante estímulo visual. El mesencéfalo también contiene neuronas que producen el neurotransmisor dopamina.

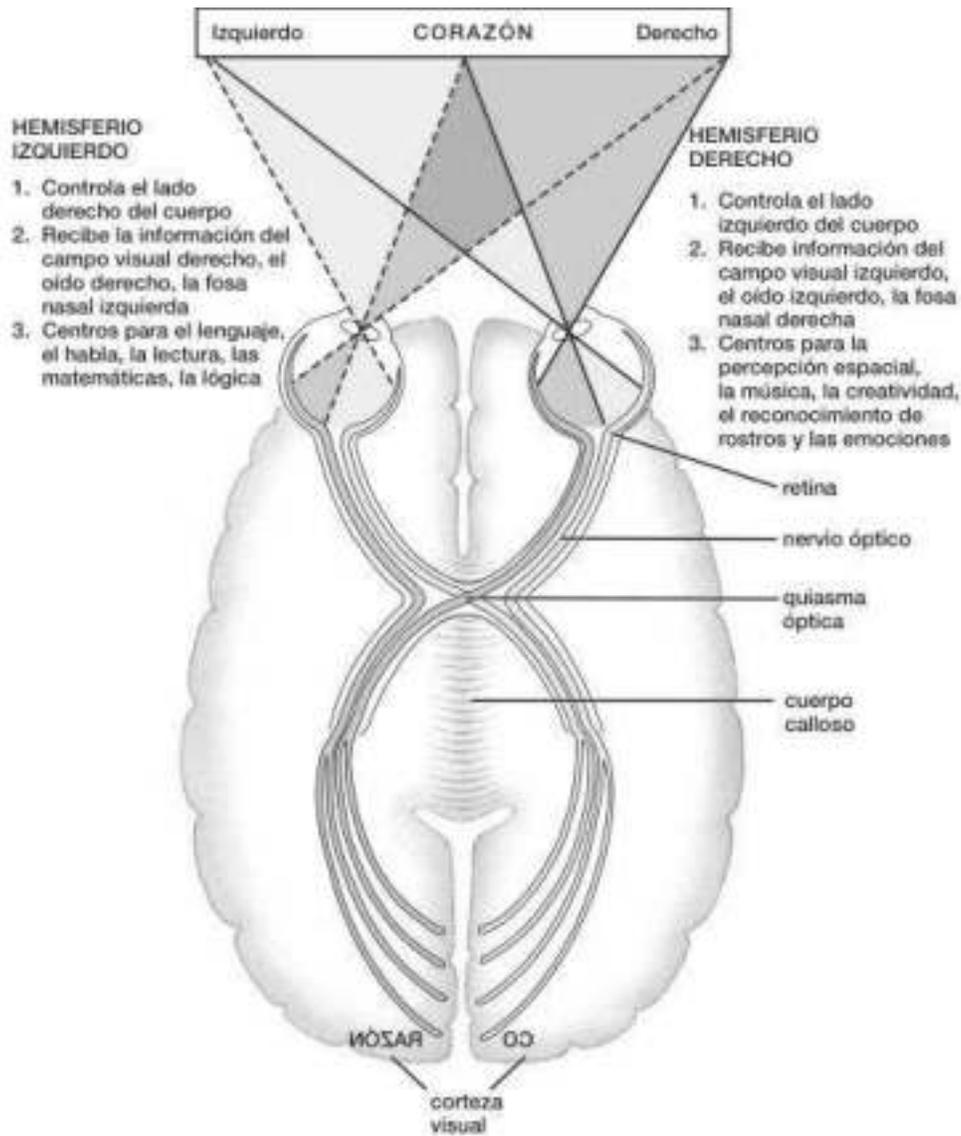
En el **prosencefalo**, el tálamo es una estación de transmisión compleja que canaliza la información sensorial de todas las partes del cuerpo hacia la corteza cerebral. De hecho, la información proveniente de todos los sentidos, excepto del olfato, pasa a través del tálamo en su camino hacia la corteza cerebral. Las señales que viajan de la médula espinal, el cerebelo, el bulbo raquídeo, el puente de Varolio y la formación reticular también pasan por el tálamo. El hipotálamo, a través de su producción hormonal y sus conexiones neurales, mantiene la homeostasis al influir en la temperatura corporal, el consumo de alimentos, el equilibrio del agua, el ritmo cardíaco, la presión arterial, el ciclo menstrual y los ritmos circadianos.



La parte más voluminosa y compleja del encéfalo anterior del ser humano es el cerebro. Este órgano se divide en dos hemisferios y posee una corteza externa formada por materia gris —delgada pero densa capa formada por cerca de 15000 millones de somas neuronales y dendritas— y una capa interna más gruesa de fibras nerviosas mielinizadas blancas. Cada hemisferio se divide en cuatro lóbulos principales. En la región posterior se encuentran los lóbulos occipitales, que reciben y analizan la información visual. En los lados inferiores del encéfalo se observan los lóbulos temporales, relacionados principalmente con el oído. En la región anterior están los lóbulos frontales, que regulan el control motor fino, incluso los movimientos necesarios para el habla, y sirven como centro de procesamiento inicial de los

estímulos sensoriales que van entrando. Por arriba de los lóbulos temporales y detrás de los frontales están los lóbulos parietales, que reciben los estímulos provenientes de los órganos sensoriales de la piel y nos permiten percatarnos de la posición de nuestro cuerpo. Los lóbulos frontales y parietales están divididos por una grieta (la cisura de Rolando) que corre de la parte superior de la cabeza hacia los lados. En ambos lados de esta cisura se encuentran unas bandas relativamente estrechas: el área motora del lóbulo frontal y el área sensorial del lóbulo parietal. Por ejemplo, el habla y el razonamiento analítico se concentran en el hemisferio izquierdo, mientras que la percepción espacial se localiza principalmente en el hemisferio derecho. Quizá algunos caracteres aprendidos, por ejemplo, ser zurdo, se localicen en ambos lados y sólo varíen conforme a la experiencia del individuo. Los dos hemisferios se comunican por medio del cuerpo caloso, una región intermedia que permite el paso de la información recibida en un hemisferio hacia el otro.

Aunque los dos hemisferios cerebrales son similares en apariencia, esta simetría no se extiende a la función cerebral. A partir de la década de 1950, Roger Sperry del Instituto de Tecnología de California estudió personas cuyos hemisferios habían sido separados cortando el cuerpo caloso, para prevenir que la epilepsia se extendiera de un hemisferio a otro. El hecho de cortar el cuerpo caloso evitó que ambos hemisferios se comunicaran entre sí. Sperry hizo uso del hecho de que los axones de los ojos (que no se vieron afectados por la cirugía) siguen una ruta que hace que la mitad izquierda de cada campo visual sea “vista” por el hemisferio derecho y que la mitad derecha sea vista por el hemisferio izquierdo. Incluso, de forma cotidiana, en una persona con un cuerpo caloso afectado, los movimientos oculares rápidos informan a ambos hemisferios sobre los objetos y eventos vistos en los campos visuales izquierdo y derecho. Sin embargo, Sperry utilizó un ingenioso aparato que proyectaba distintas imágenes en los campos visuales izquierdo y derecho y, por tanto, enviaba señales diferentes a cada hemisferio.

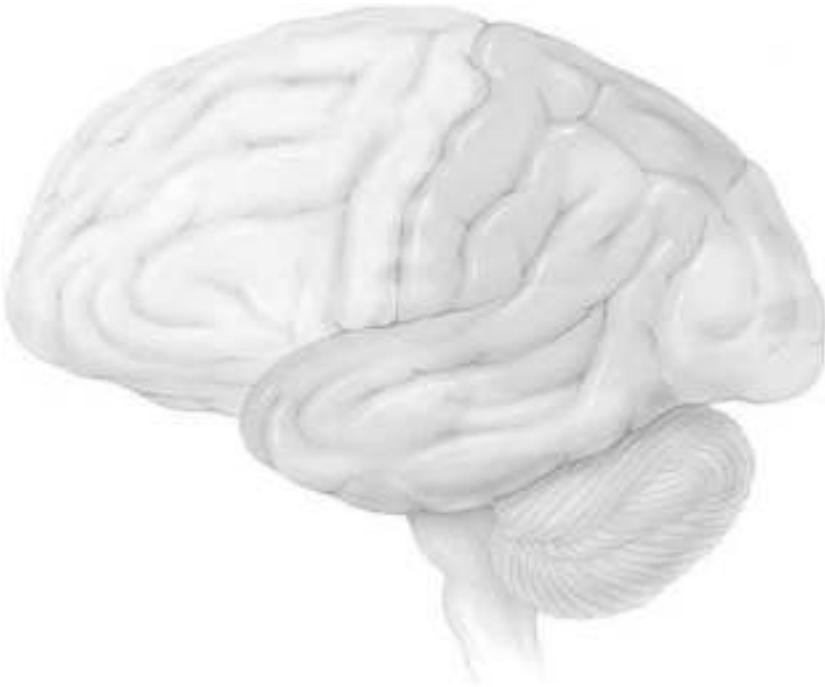


- El **rombo encéfalo** está conformado por el **bulbo raquídeo**, puente de Varolio y el **cerebelo**.
- El **mesencéfalo** contiene grupos de neuronas que contribuyen al movimiento, la excitación y la emoción.
- El **prosencefalo** incluye al **tálamo**, al **hipotálamo** y al cerebro.
- Lo que a menudo se conoce como **sistema límbico** es un grupo diverso de estructuras (incluidos el hipotálamo, la **amígdala** y el hipocampo, así como regiones cercanas de la corteza cerebral).
- La **corteza cerebral** es la capa exterior delgada de cada **hemisferio cerebral**, con miles de millones de neuronas ordenadas de manera organizada en una lámina de unos cuantos milímetros de grosor.
- El **hipocampo** desempeña una función importante en la formación de la memoria a largo plazo.
- Los grupos de neuronas en la **amígdala** (al interior del **cerebro**) producen sensaciones de placer, temor o excitación sexual al recibir estímulos.
- Los **ganglios basales** son estructuras en la profundidad del cerebro, importantes en el control general del movimiento.



ASPECTOS
PARA TENER
EN CUENTA

ACTIVIDAD N°2: Estructuras y funciones del sistema nervioso humano.



En el esquema de la corteza cerebral en el hemisferio izquierdo del ser humano, ubica las siguientes partes y/o regiones:

1. Lóbulo frontal
2. Lóbulo occipital
3. Lóbulo temporal
4. Lóbulo parietal
5. Área motriz primaria
6. Área pre motriz
7. Área visual primaria
8. Memoria
9. Área auditiva primaria
10. Área sensorial primaria

- Con las palabras subrayadas de la sección: ASPECTOS PARA TENER EN CUENTA de la página 27, elabora un mapa conceptual relacionando todos los conceptos. Debes ampliar las definiciones en caso de ser necesario y anexar palabras para dar sentido a la construcción del mapa.
- ¿Qué estructura conecta ambos hemisferios cerebrales? Describe las funciones intelectuales de los dos hemisferios en la mayoría de las personas diestras.
- ¿Cuál es el valor adaptativo de los reflejos? ¿Por qué no todas las conductas pueden ser controladas por reflejos?
- Investiga cinco enfermedades del Sistema Nervioso y preséntalas a modo de CASO CLÍNICO:
 - Características del paciente
 - Síntomas que se describen
 - Diagnóstico
 - Causas
 - Tratamiento y/o recomendaciones
- Accede al siguiente enlace y escribe 10 ideas principales de la información presentada: <https://es.khanacademy.org/science/high-school-biology/hs-human-body-systems/hs-the-nervous-and-endocrine-systems/v/structure-of-the-nervous-system>
- Realiza la lectura del ESTUDIO DE CASO que se presenta a continuación y escribe en una página un resumen y tu postura frente al tema.

Drogas, neurotransmisores y adicción

Es muy probable que conozcas a alguien que es adicto. ¿De qué manera las sustancias como la cocaína, el alcohol y la nicotina pueden alterar tan profundamente la vida de las personas? La respuesta radica en los efectos de estas drogas sobre los neurotransmisores y en la forma en que el sistema nervioso se adapta a esos efectos.

Muchas drogas adictivas, incluidas la cocaína, la metanfetamina y el éxtasis (MDMA), se dirigen a las sinapsis en el circuito del placer del cerebro que utilizan los neurotransmisores dopamina o serotonina. Por lo regular, después de liberar el neurotransmisor, las neuronas presinápticas en estas sinapsis bombean inmediatamente el neurotransmisor de regreso, limitando así sus efectos. La cocaína, la metanfetamina y el éxtasis bloquean las bombas o incluso las hacen funcionar a la inversa. En cualquiera de los casos, la concentración del neurotransmisor aumenta alrededor de los receptores postsinápticos, mejorando la transmisión sináptica. Como la serotonina y en especial la dopamina hacen que la gente se sienta bien, la cocaína y la metanfetamina son muy placenteras y los consumidores quieren repetir la experiencia. Mientras tanto, el cerebro, al reconocer que recibe demasiada estimulación de la dopamina, reduce el número de receptores de ésta en las sinapsis. Por tanto, el consumidor experimenta un "bajón" cuando sólo tiene la dopamina disponible en el organismo. Con el tiempo, necesita más y más cocaína o metanfetamina para sentirse bien, no se diga para "elevarse": se convierte en un adicto (FIGURA E38-3).

Al bloquear las bombas de serotonina, el éxtasis provoca un incremento masivo temporal en la serotonina. Los consumidores reportan sensaciones de placer, aumento de la energía, mayor conciencia sensorial y mayor armonía con la gente, debido quizá a que los altos niveles de serotonina incrementan la liberación de oxitocina en el cerebro. Evidencias de investigaciones en animales y seres humanos sugieren que los consumidores de éxtasis pueden incurrir en un daño a largo plazo en las neuronas productoras de serotonina, además de sufrir de déficits en el aprendizaje y la memoria. El éxtasis también puede dañar las neuronas productoras de dopamina.

El alcohol estimula los receptores para el neurotransmisor GABA (ácido gamma aminobutírico), lo que aumenta las señales neuronales de inhibición y bloquea los receptores para el glutamato, reduciendo las señales de excitación. Juntos, estos cambios producen los conocidos efectos relajantes del alcohol. Sin embargo, cuando una persona bebe con frecuencia, el cerebro compensa lo anterior con una reducción de los receptores de GABA y un aumento de los receptores de glutamato. Sin el alcohol, un alcohólico se siente ansioso y nervioso; en pocas palabras, sobreestimulado. En un principio, el alcohol aumenta la neurotransmisión de dopamina, de modo que el bebedor se siente



▲ FIGURA E38-3 Adicción Un adicto experimenta una presión física y emocional extrema cuando no consume la droga, porque su sistema nervioso está adaptado a su presencia.

bien, pero luego suprime la liberación de dopamina. Todos estos efectos se combinan para producir adicción; un alcohólico necesita el alcohol para sentirse normal, y cada vez requiere mayor cantidad de éste para sentirse bien.

La nicotina en el cigarro estimula los receptores que normalmente responden a la acetilcolina. La sobreestimulación de estos receptores activa otras neuronas que aumentan la liberación de dopamina, lo cual contribuye a las propiedades placenteras y adictivas del tabaco.

Para superar la adicción, los consumidores de drogas deben someterse a la miseria causada por un sistema nervioso privado de una droga a la que está adaptado. Aunque la liberación de neurotransmisores y las concentraciones de receptores con el tiempo vuelven a la normalidad, en forma periódica se vuelve a presentar la ansiedad por la droga, por razones desconocidas. Esta ansiedad por la droga sugiere que el cerebro de los adictos queda alterado permanentemente de diversas maneras que aún no se comprenden bien, pero que obviamente son importantes.

En cierta forma el amor se parece mucho a la adicción, pues produce sentimientos de placer, confianza y euforia. Pero, ¿realmente el amor es como la adicción? ¿Acaso es justo lo contrario? Es muy poco probable que los centros del placer y las neuronas receptoras de dopamina con que contamos, producto de nuestra evolución, sirvan para convertirnos en adictos a la cocaína. En vez de ello, es posible que estos circuitos hayan evolucionado para promover el sexo, el apareamiento y el cuidado de los hijos. Al activar estos mismos circuitos, la cocaína, el alcohol y la nicotina suprimen funciones esenciales del cerebro, con resultados destructivos.

MÓDULO N° 4. Receptores sensoriales y órganos de los sentidos.

¿CÓMO PERCIBE EL SISTEMA NERVIOSO EL ENTORNO?

Un receptor es una molécula con una estructura que cambia cuando un estímulo actúa sobre ella y después produce cierto tipo de respuesta. Cada célula tiene muchos tipos de moléculas receptoras, como las proteínas de membrana que se unen a las hormonas o neurotransmisores y los receptores de células T que se unen a moléculas extrañas (antígenos) como parte de la respuesta inmunitaria. Un receptor sensorial es una célula totalmente especializada (casi siempre una neurona) que produce una señal eléctrica en respuesta a estímulos específicos —es decir, traduce los estímulos ambientales en el lenguaje del sistema nervioso—. Estos estímulos pueden surgir del ambiente externo (por ejemplo, la luz o el sonido) o del interior de nuestro cuerpo (como, la posición de una articulación o la concentración de oxígeno en la sangre). Los receptores sensoriales se agrupan en categorías, según el estímulo al que responden:

Tipo de receptor	Tipo de célula sensorial	Estímulo	Lugar
Termorreceptor	Terminación nerviosa libre	Calor, frío	Piel
Mecanorreceptor	Célula pilosa	Vibración, movimiento, gravedad	Oído interno
	Terminaciones nerviosas libres y terminaciones rodeadas de estructuras accesorias (corpúsculo de Pacini, corpúsculo de Meissner y corpúsculo de Ruffini)	Vibración, presión, tacto	Piel
	Terminaciones nerviosas especializadas en músculos o articulaciones (huso muscular, órgano tendinoso de Golgi)	Estiramiento	Músculos, tendones
Fotorreceptor	Bastón, cono	Luz	Retina del ojo
Quimiorreceptor	Receptor olfatorio	Olor (moléculas en el aire)	Cavidad nasal
	Receptor del gusto	Sabor (moléculas en agua)	Lengua y cavidad oral
Receptor del dolor (nociceptor)	Terminación nerviosa libre	Sustancias químicas liberadas por tejidos lesionados; exceso de calor o frío; estiramiento excesivo; ácido; algunas sustancias químicas ambientales	Distribuidos en todo el cuerpo

El oído convierte las ondas sonoras en señales eléctricas



El oído humano y el de otros mamíferos se compone de tres partes: el oído externo, el medio y el interno. El oído externo comprende el pabellón auricular y el canal auditivo. El pabellón auricular es un cartílago cubierto de piel unido a la superficie de la cabeza que recoge las ondas sonoras. Los seres humanos y otros animales grandes determinan la dirección del sonido con base en las diferencias cuando el sonido llega a ambos oídos y en cuán fuerte lo percibe cada oído. La forma del pabellón auricular y, en muchos animales, la capacidad de girar a su alrededor, ayuda a localizar los sonidos. El canal auditivo, lleno de aire, conduce las ondas sonoras al oído medio, que consta de (a) la

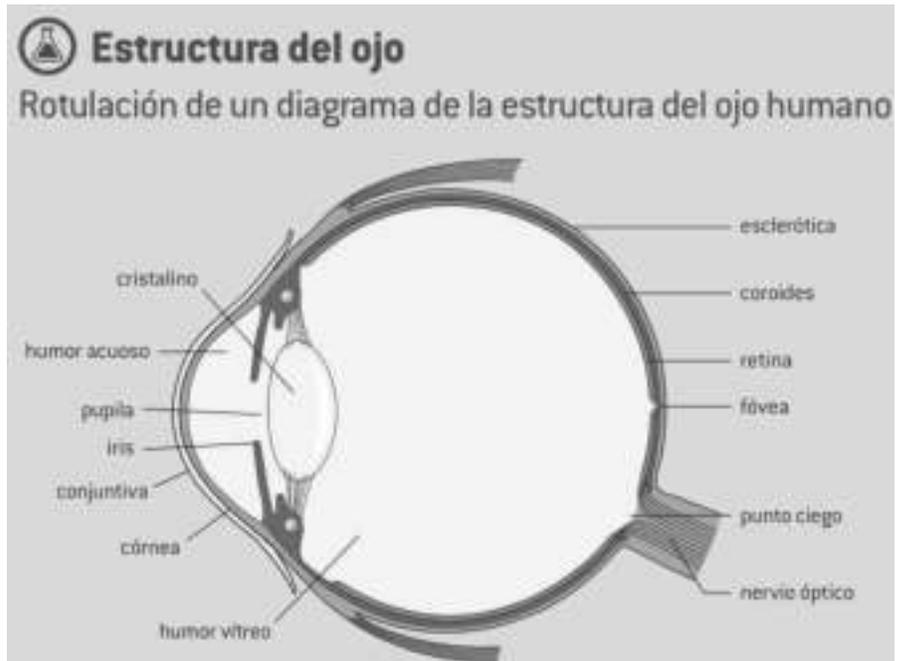
membrana timpánica o tímpano; (b) tres huesillos llamados martillo, yunque y estribo, y (c) el conducto auditivo (conocido también como trompa de Eustaquio), que conecta el oído medio a la faringe e iguala la presión de aire entre el oído medio y la atmósfera. Este conducto se congestiona y cierra cuando tienes gripe; cuando esto ocurre, los cambios en la presión

del aire (como los que experimentamos durante el despegue o aterrizaje de un avión) pueden ser dolorosos. Las ondas sonoras que viajan por el canal auditivo hacen que la membrana timpánica vibre, lo que a su vez hace que el martillo, el yunque y el estribo se muevan. Estos huesos transmiten vibraciones al oído interno. Los huesos huecos llenos de líquido del oído interno dan forma a la cóclea (en latín significa “caracol”), que tiene forma espiral. El estribo transmite ondas al líquido en la cóclea a través de la vibración de una membrana llamada ventana oval. La ventana redonda es una segunda membrana situada debajo de la ventana oval, que permite al líquido en la cóclea moverse de un lado al otro cuando el estribo hace vibrar la ventana oval.

El ojo de los mamíferos recopila y enfoca la luz, y la convierte en señales eléctricas

Los ojos de los mamíferos constan de dos partes principales: (1) una variedad de estructuras que mantienen el ojo en una forma bastante fija, controlan la cantidad de luz percibida y enfocan los rayos de luz; y (2) la retina, que contiene los fotorreceptores que responden a la luz entrante. La luz que entra al ojo primero se encuentra con la córnea, una cubierta en la parte frontal del globo ocular que recibe las ondas de luz y comienza a enfocarlas. Detrás de la córnea, la luz atraviesa una cámara llena de líquido acuoso llamado humor acuoso, que nutre al cristalino y a la córnea. El iris, formado por tejido muscular pigmentado, ajusta la cantidad de luz que ingresa en el ojo. El iris regula el tamaño de la pupila, una abertura circular en su centro. La luz que atraviesa la pupila llega al cristalino, una estructura parecida a una esfera aplanada, compuesta de proteínas transparentes. El cristalino está suspendido detrás de la pupila por músculos que regulan su forma y permiten el enfoque fino de la imagen.

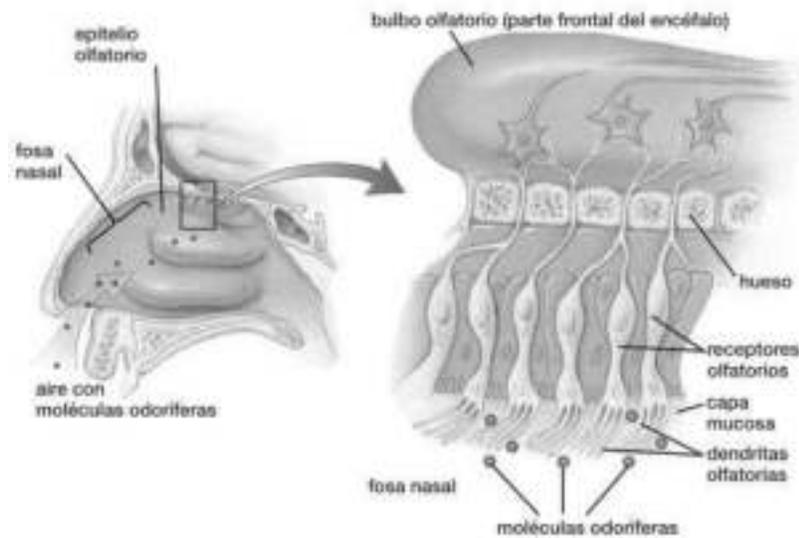
Detrás del cristalino hay una cámara grande llena de humor vítreo, una sustancia gelatinosa transparente que ayuda a mantener la forma del globo ocular. Después de pasar por el humor vítreo, la luz llega a la retina. Ahí, la energía luminosa se convierte en potenciales de acción que se transmiten al cerebro. Detrás de la retina está la coroides, un tejido pigmentado de color oscuro. El abundante suministro sanguíneo de la coroides nutre a las células de la retina. Este pigmento oscuro absorbe la luz desviada cuyo reflejo dentro del globo ocular interferiría con una visión clara. En los animales nocturnos, la coroides con frecuencia es reflectante en lugar de negra. Al reflejar la luz a la retina, la coroides funciona como espejo que da a los fotorreceptores una segunda oportunidad de captar escasos fotones de luz que la primera vez no se hubieran percibido. De noche, ¡es mejor ver un poco borroso que no ver nada! La porción externa del globo ocular está rodeada de la esclerótica, una capa resistente de tejido conectivo visible como la parte blanca del ojo y se continúa con la córnea.



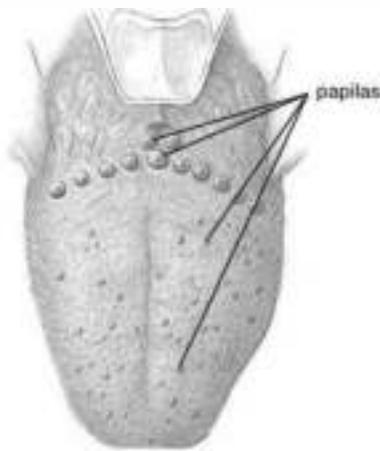
Los receptores olfatorios detectan las sustancias químicas en el aire

En el ser humano y en casi todos los vertebrados terrestres, las células receptoras del olfato son neuronas que se encuentran en una porción de mucosa que recubre el tejido epitelial en la parte superior de cada fosa nasal. Las neuronas de los receptores olfatorios tienen dendritas largas que sobresalen en la fosa nasal y se incrustan en el moco. Las moléculas odoríferas en el aire, como las producidas por el café, se difunden en la capa de moco y se unen a las proteínas receptoras en las dendritas. Las neuronas de los receptores olfatorios envían axones directamente al bulbo olfatorio en el cerebro.

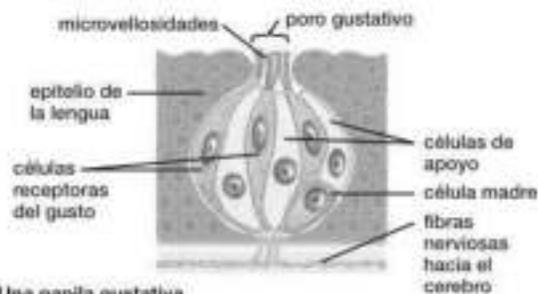
Los seres humanos producimos de 350 a 400 proteínas receptoras olfatorias diferentes, cada una codificada por un gen independiente, pero cada neurona del receptor olfatorio sólo expresa un tipo de proteína receptora. Cada proteína receptora se especializa para unirse a un tipo de molécula en particular y estimular que la neurona olfatoria produzca un potencial de receptor. Si éste es lo bastante grande, rebasa el umbral, produciendo potenciales de acción que viajan a lo largo del axón de la neurona al cerebro. Muchos olores son mezclas complejas de moléculas que estimulan varias proteínas receptoras, de modo que nuestra percepción de olores es el resultado de las señales interpretativas cerebrales de muchas neuronas receptoras olfatorias.



Los receptores del gusto detectan las sustancias químicas disueltas en los líquidos



(a) La lengua humana



(b) Una papila gustativa

La lengua humana tiene alrededor de cinco mil papilas gustativas incrustadas en pequeñas protuberancias. También hay algunas papilas gustativas en la parte posterior de la boca y la faringe. Cada una de ellas es un pequeño foso en el epitelio que se abre hacia la cavidad oral a través de un poro gustativo. Una papila gustativa contiene un racimo de 50 a 150 células de diversos tipos: células de soporte, células madre y células receptoras gustativas. Las células de soporte actúan de modo muy semejante a las células gliales en el sistema nervioso; regulan la composición del líquido extracelular y ayudan a que las células receptoras funcionen correctamente. Las células madre se dividen para producir nuevas células receptoras y de soporte, tras el desgaste normal o un encuentro cercano con un café hirviendo. Las células receptoras gustativas tienen microvellosidades (diminutas proyecciones de la membrana plasmática) que salen del poro gustativo. Las sustancias químicas disueltas ingresan en el poro y entran en contacto con las microvellosidades. Aunque antes se pensaba que las papilas gustativas de sabores específicos se concentraban en ciertas áreas de la lengua, de hecho están distribuidas de modo no tanto uniforme.

Muchos tipos de estímulos dañinos se perciben como dolor

Hay tantos tipos de receptores del dolor como formas de que te lastimes. Algunos nociceptores térmicos responden a altas temperaturas, con un umbral típico de alrededor de 43 o C. Otros responden a bajas temperaturas, por debajo de 15 o C, lo cual puede no ser muy frío, pero recuerda que no es en la temperatura ambiente donde se encuentran los nociceptores del frío, sino en la temperatura de la piel. Otros receptores del dolor son mecanorreceptores que responden al estiramiento excesivo, como podría ocurrirle a tu piel si te machucaras el dedo con la puerta. Si te cortas o golpeas, las células dañadas liberan su contenido, incluyendo iones potasio y varias enzimas. Los iones potasio activan directamente muchos nociceptores. Algunas enzimas convierten las proteínas de la sangre en bradicinina, una sustancia química que activa los receptores del dolor, llamados quimiorreceptores. Algunos nociceptores particulares responden a varios estímulos que causan daño, incluyendo el calor excesivo, el ácido o ciertos compuestos químicos.

ACTIVIDAD N°3: Receptores sensoriales y órganos de los sentidos.

- Busca en esta sopa de letras el nombre de las partes por las que están formados los órganos de los sentidos. Luego, clasifícalos cada uno con el sentido al que pertenezca.

M	F	O	S	A	S	N	A	S	A	L	E	S
P	E	D	E	R	M	I	S	R	A	I	A	H
I	L	L	H	A	M	O	N	U	E	M	Y	U
T	C	R	I	S	T	A	L	I	N	O	E	E
U	A	E	P	L	I	E	E	D	R	U	Q	S
I	R	T	O	P	M	N	M	E	O	I	I	E
T	A	I	D	R	P	E	J	S	C	R	S	C
A	C	N	E	O	A	A	A	A	P	A	R	I
R	O	A	R	X	N	R	E	Z	A	C	E	L
I	L	Ñ	M	I	O	T	S	A	L	A	O	L
A	O	A	I	M	A	L	I	P	U	P	S	O
A	Y	O	S	E	P	I	D	E	R	M	I	S
P	A	P	I	L	A	S	O	I	V	R	E	N

- Elige uno de los órganos asociados a la recepción de estímulos del medio y elabora un modelo o maqueta con diferentes materiales donde se representen sus partes y estructura. Puedes trabajar en equipos de máximo tres estudiantes.
- Lee la siguiente información sobre los implantes cocleares e investiga otro avance de la ciencia encaminado a mejorar la calidad de vida de las personas con alguna discapacidad relacionada con la capacidad para percibir los estímulos del medio. Socializa con tus compañeros:

Implantes cocleares

Uso de implantes cocleares en pacientes sordos

La sordera puede tener una variedad de causas, y en muchos casos un audifono que amplifica los sonidos puede solucionar el problema. Sin embargo, si las células sensoriales pilosas de la cóclea no funcionan bien, estos audifonos no ayudan. En este caso la mejor opción, siempre y cuando el nervio auditivo funcione adecuadamente, es un implante coclear. Estos dispositivos ya se han implantado a más de un cuarto de millón de personas y, aunque no restauran la audición a niveles normales, la mejoran y generalmente permiten reconocer el habla.

Los implantes cocleares constan de partes externas e internas.

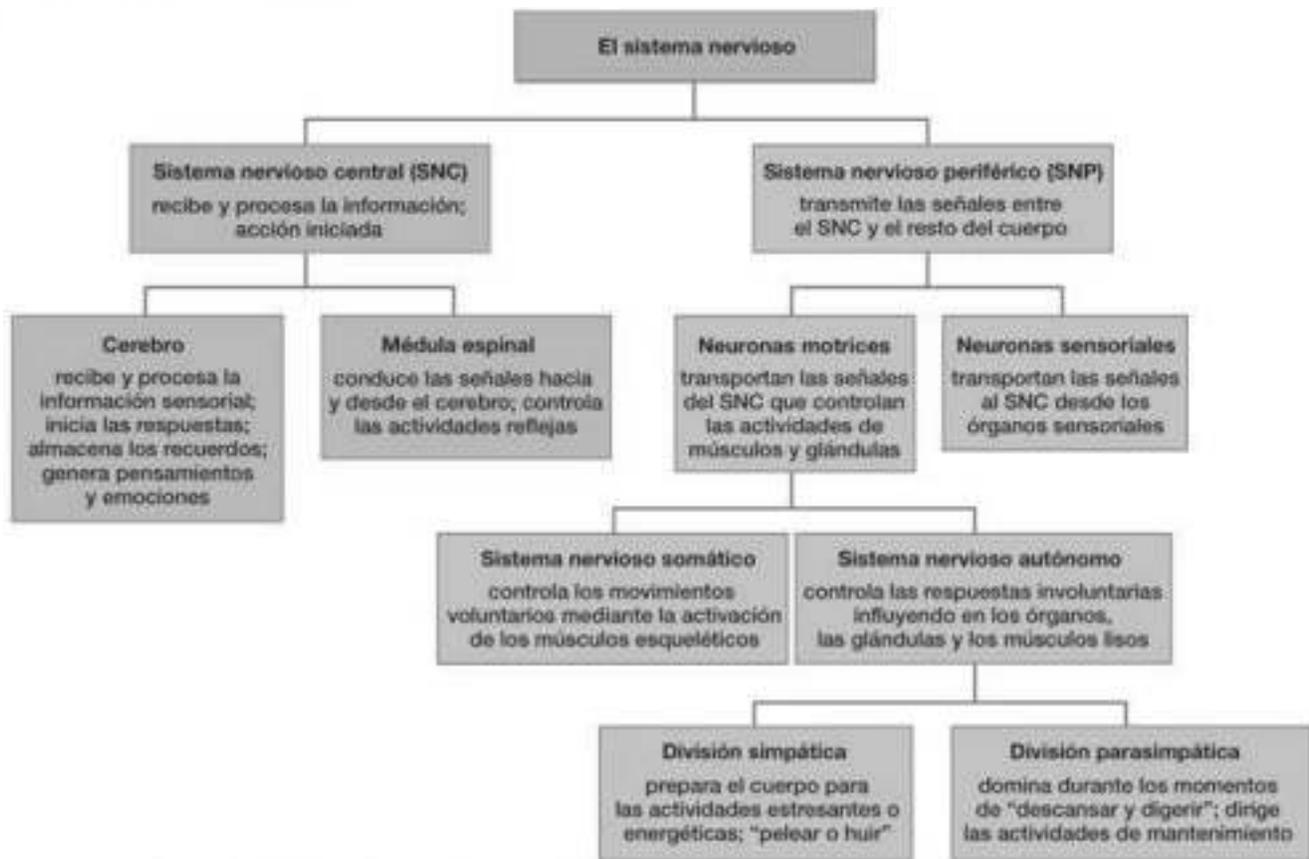
- Las partes externas son un micrófono para detectar los sonidos, un procesador que selecciona las frecuencias utilizadas en el habla y elimina las frecuencias diferentes, y un transmisor que envía los sonidos procesados a las partes internas.
- Las partes internas se implantan en el hueso mastoideo detrás de la oreja. Constan de un

receptor de las señales de sonido emitidas por el transmisor, un estimulador que convierte estas señales en impulsos eléctricos y una serie de electrodos que llevan estos impulsos a la cóclea. Los electrodos estimulan directamente el nervio auditivo, esquivando las células sensoriales pilosas que no funcionan.



▲ Figura: Implante coclear con micrófono detrás de la oreja conectado al transmisor. Junto a este está el receptor interno y el estimulador, con electrodos que van hasta el nervio auditivo en la cóclea.

Para recapitular



Organización y funciones del sistema nervioso de los vertebrados