

Unidad

2

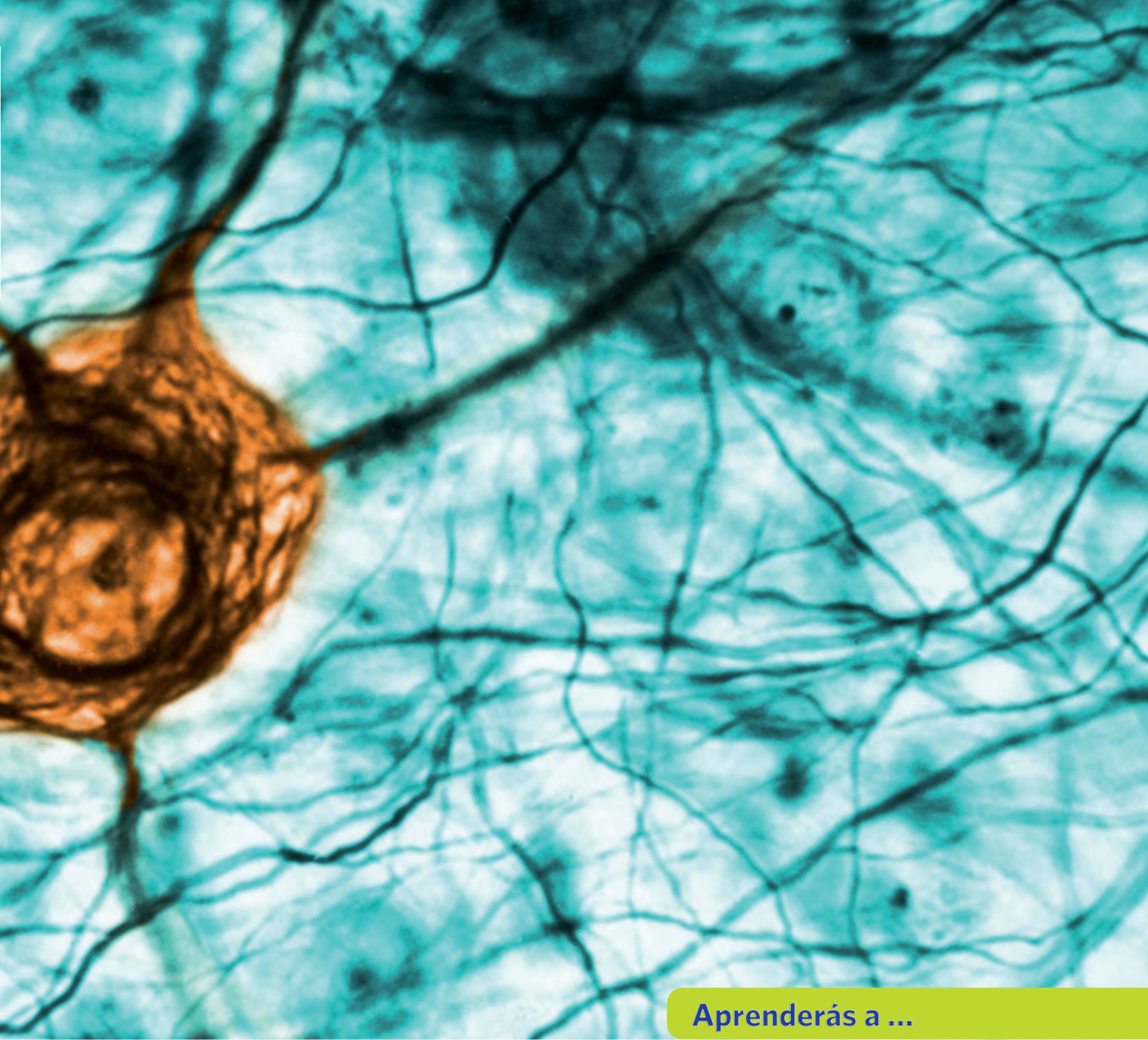
Organización y función del sistema nervioso

La célula de la fotografía es una neurona; como puedes ver, se proyecta en diferentes direcciones. Con ellas forma una red muy compleja de conexiones con otras neuronas. Cada ser humano tiene en su cerebro redes neuronales particulares, diseñadas por sus genes y construidas bajo la influencia del ambiente, con un número estimado de 100 000 000. En esta unidad aprenderás que los recuerdos, emociones, deseos y pensamientos de cada persona dependen de las redes formadas por estas células tan especiales.

¿Qué piensas?

Reúnete con tres compañeros y discute las siguientes preguntas. Luego, un representante del grupo comunicará sus conclusiones ante el curso.

- ¿Cuál será la especialización funcional de las neuronas?
- ¿Qué comparaciones o analogías puedes hacer entre una red neuronal e Internet o una red social?
- ¿Por qué las personas piensan, sienten y valoran las cosas de diferente manera?
- ¿Qué aspectos en común piensas que tienen las redes neuronales de todas las personas?



Aprenderás a ...

Lecciones

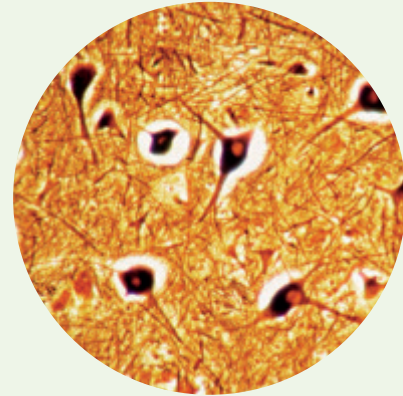
- | | | | |
|---|--|---|--|
| 1 | ¿Qué células forman el tejido nervioso? | — | Describir las células que constituyen al tejido nervioso. |
| 2 | ¿Cómo se organiza y funciona nuestro sistema nervioso? | — | Describir la organización y función de los órganos y estructuras que componen el sistema nervioso humano. |
| 3 | ¿Por qué las neuronas pueden conducir un impulso nervioso? | — | Aplicar el conocimiento de las cualidades de la membrana plasmática en la explicación de los fenómenos eléctricos que se producen en las neuronas. |
| 4 | ¿Cómo se comunican las neuronas? | — | Explicar cómo se conectan las neuronas en los diferentes tipos de sinapsis. |
| 5 | ¿Cómo se producen los reflejos? | — | Describir la organización y función de un arco reflejo, aplicado en la regulación e integración de funciones sistémicas. |

¿Qué células forman el tejido nervioso?

➔ **Debes recordar:** Células eucariontes - Tejido - Homeostasis

Trabaja con lo que sabes

1. Observa las células de la imagen y luego responde las siguientes preguntas.
 - a. Describe la forma y componentes de las células que observas en la imagen.
 - b. ¿Estas células forman un tejido? Fundamenta.
2. ¿Qué procesos se efectúan en el nucléolo y en los ribosomas?
3. ¿Cuál es la especialización funcional del tejido nervioso y cuál es su relación con la homeostasis?
4. Describe el tipo de comunicación celular que se produce entre las células del tejido nervioso y el tipo de sustancia que actúa como primer mensajero.



▲ Células nerviosas.

Propósito de la lección

Al igual que todos nuestros sistemas, el sistema nervioso está formado por órganos, tejidos y células especializadas. En esta lección conocerás las principales características de las células que lo constituyen y que son la base de su compleja organización.

1. El tejido nervioso

El tejido nervioso es altamente especializado y está formado por dos tipos celulares: **células nerviosas** o **neuronas** y **células gliales** o **glías**.

1.1 Las neuronas

De la enorme cantidad de neuronas de nuestro organismo, solo en el cerebro hay más de cien mil millones; todas ellas comparten la misma organización estructural y especialización funcional: la **conducción del impulso nervioso**. Sin embargo, existen cualidades que las distinguen, como su forma o su función específica, lo que hace posible la aplicación de diferentes criterios para su clasificación.

Aquí CIENCIA

La inteligencia de Einstein

Tras la muerte del físico alemán Albert Einstein, su cerebro fue analizado con el fin de buscar algún rasgo que ayudara a explicar su inusual inteligencia. No se encontraron diferencias de estructura o tamaño en su cerebro, con respecto al común de las personas. Sin embargo, se descubrió la presencia de un número muy alto de células gliales.

Actividad 1

Inferir sobre...

El origen de la inteligencia

1. ¿Cuál podría ser la causa de la inteligencia de Einstein?
2. ¿Basta esta única observación para hacer conclusiones generales?, ¿por qué?

1.2 Estructura de una neurona típica

Las neuronas son la unidad estructural y funcional del sistema nervioso. Una neurona típica tiene regiones bien definidas que desempeñan funciones especializadas, estas son: dendritas, soma y axón.

Dendritas: prolongaciones cortas y ramificadas del soma. Tienen **botones postsinápticos**, a través de los cuales reciben señales desde otras neuronas o células.

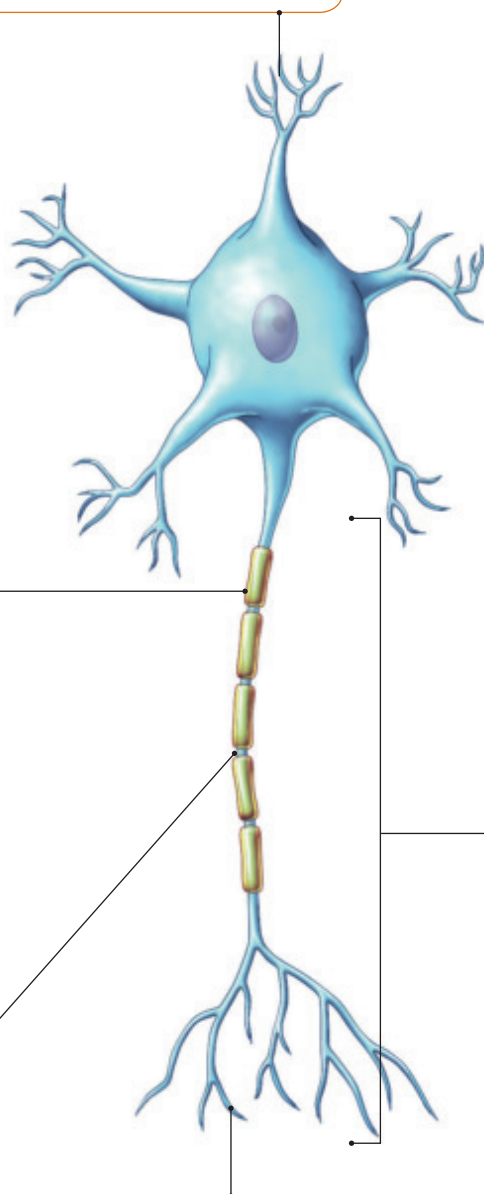
Soma o cuerpo celular: en él destacan el núcleo con el nucléolo y los cuerpos de Nissl o polirribosomas, lo que indica una elevada síntesis de proteínas. En el soma, además, se forman vesículas con neurotransmisores. Las agrupaciones de somas neuronales forman la sustancia gris, que es visible en la corteza cerebral y en la médula espinal.

Vaina de mielina: existe en la mayoría de las neuronas y está formada por varias capas de mielina, una sustancia grasa producida por células gliales, que envuelven entrecortadamente al axón y que aíslan su membrana del líquido intersticial. Su presencia aumenta la velocidad de conducción del impulso nervioso.

Nodos de Ranvier: se forman por las interrupciones de la vaina de mielina; en ellos, la membrana del axón tiene contacto con el líquido intersticial y puede, por lo tanto, intercambiar sustancias con él.




Terminal axónica: desde esta región del axón se transmiten las señales a otras neuronas, a los músculos o glándulas. En sus extremos se distinguen los **botones presinápticos**, a los que llegan, desde el soma, numerosas vesículas con **neurotransmisores**.

Axón o fibra nerviosa: ramificación del soma, más larga que las dendritas y generalmente única. Su membrana se especializa en la conducción del impulso nervioso, cuya velocidad es mayor en los axones de mayor diámetro. En el citoplasma del axón se distinguen neurofilamentos que le dan rigidez y microtúbulos que conducen las vesículas con neurotransmisores desde el soma y numerosas mitocondrias. En su extremo terminal se ramifica formando la **terminal axónica**. Un conjunto de axones constituye la **sustancia blanca** del sistema nervioso central, y haces de ellos forman los nervios del sistema nervioso periférico.



1.3 Clasificación de las neuronas

Las neuronas pueden ser clasificadas usando distintos criterios. Aquí te presentamos dos de los más usados.

Clasificación según el número de prolongaciones que emergen del soma	Clasificación según su función
 <p>Neurona bipolar Su única dendrita lleva información hacia el soma, y su axón, hacia otras células. Transmiten información sensorial (olfato, vista, oído y equilibrio) al sistema nervioso central.</p>	<p>Neuronas asociativas También llamadas interneuronas, se localizan en centros nerviosos como la médula espinal o el encéfalo, donde conectan distintos tipos de neuronas.</p>
 <p>Neurona pseudounipolar Es un subtipo de neurona bipolar en la que se han fusionado dendritas y axón, pero mantienen su especificidad funcional. Llevan información sensorial a la médula espinal.</p>	<p>Neuronas sensitivas También llamadas aférentes, conducen los impulsos nerviosos desde los órganos de los sentidos y las células sensoriales hacia el sistema nervioso central.</p>
 <p>Neurona multipolar Presentan un único axón y varias dendritas. Es el tipo de neurona más común en el sistema nervioso de mamíferos.</p>	<p>Neuronas motoras También llamadas eférentes, conducen los impulsos desde el sistema nervioso central hacia las estructuras que ejecutan las respuestas, llamados órganos efectores, como los músculos y glándulas.</p>

Actividad 2 Comprender las...

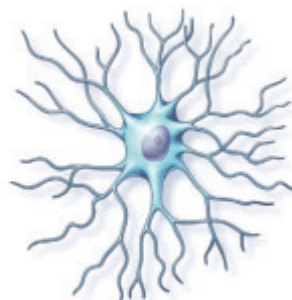
Cualidades de las neuronas

1. ¿Cuáles son las partes de la neurona especializadas en: recibir señales, conducir el impulso nervioso y transmitir esas señales?
2. ¿De qué cualidades de la neurona depende la velocidad del impulso nervioso?
3. Supón que estás viendo una película de terror y, sorpresivamente, un ruido te hace saltar del asiento. Identifica las funciones sensitivas y motoras que operan en esta situación.

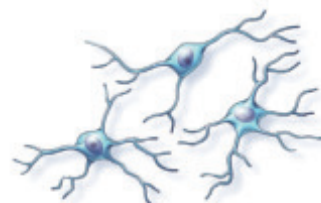
2. Tipo de células gliales y sus principales funciones

La mayor parte de las células que forman al tejido nervioso son células gliales; estas cumplen funciones auxiliares de apoyo estructural y fisiológico a las neuronas.

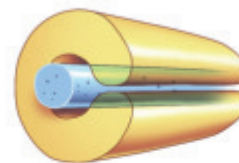
Astrocitos: son las más numerosas; con sus múltiples prolongaciones contactan tanto a capilares como a neuronas; por esto se sospecha que colaborarían en la nutrición neuronal. Forman la **barrera hematoencefálica**, una capa impermeable ubicada en los capilares y vénulas del encéfalo, que evita el paso de muchas sustancias tóxicas desde la sangre hacia este. Además, regulan el pH y los niveles de potasio del líquido extracelular. Esto impide que las neuronas se activen indiscriminadamente. Además, funcionan como reguladores de la sinapsis. A esto se le llama sinapsis tripartita (terminal presináptico, terminal postsináptico y astrocito).



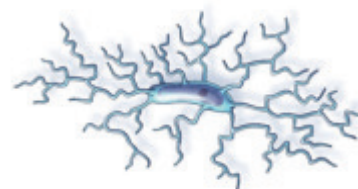
Oligodendrocitos: son las más pequeñas y se ubican en el sistema nervioso central. En la sustancia gris, soportan a los somas neuronales, y en la sustancia blanca, sus prolongaciones forman la vaina de mielina de los axones.



Células de Schwann: se ubican en el sistema nervioso periférico (SNP) y cumplen funciones de soporte y regulación de los axones. Existen dos tipos de células de Schwann: las mielinizantes, que forman la vaina de mielina alrededor de un axón, y las no mielinizantes, que acompañan a los axones amielínicos del SNP.



Microglías: forman parte del sistema inmune y representan la población de macrófagos residentes del sistema nervioso central (SNC). Tienen capacidad fagocítica y tras una lesión o enfermedad, fagocitan los restos celulares. Además, inician la respuesta inflamatoria.



Antes de seguir, utiliza lo aprendido

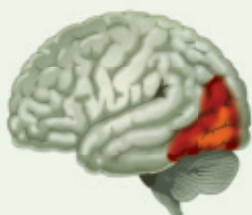
1. Identifica las estructuras neuronales especializadas en la recepción de señales, en la conducción del impulso nervioso y en la transmisión de este a otras células.
2. Identifica los componentes de las neuronas que forman la sustancia gris, la sustancia blanca y los nervios.
3. Compara las características de una neurona y las de una célula animal típica. ¿Qué puedes concluir a partir de esta comparación?
4. Haz un listado de las funciones generales de las células gliales.
5. ¿Qué células gliales forman la barrera hematoencefálica, y qué importancia tiene esta?
6. ¿Qué células gliales forman la vaina de mielina en el sistema nervioso central y el sistema nervioso periférico, respectivamente?

¿Cómo se organiza y funciona nuestro sistema nervioso?

⇒ **Debes recordar: Homeostasis - Neurona**

Trabaja con lo que sabes

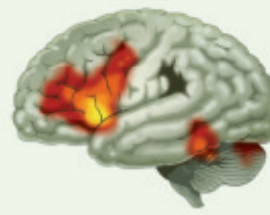
- Las imágenes muestran la actividad cerebral al realizar distintas acciones. Obsérvalas y responde las preguntas a y b.



Ver



Escuchar



Pensar

- ¿Qué relación existe entre la actividad de las neuronas y los colores observados en cada imagen?
 - ¿Por qué solo algunas zonas del cerebro presentan actividad en las distintas acciones? Explica.
- ¿Cómo responde el hipotálamo si baja la cantidad de agua en la sangre?, ¿por qué esta respuesta es un ejemplo de homeostasis?

Propósito de la lección

En la lección anterior conociste las características del tejido nervioso, particularmente las de su unidad funcional: la neurona. En esta lección conocerás las principales estructuras del sistema nervioso humano, y cómo, a partir de sus relaciones, surgen sus propiedades funcionales.

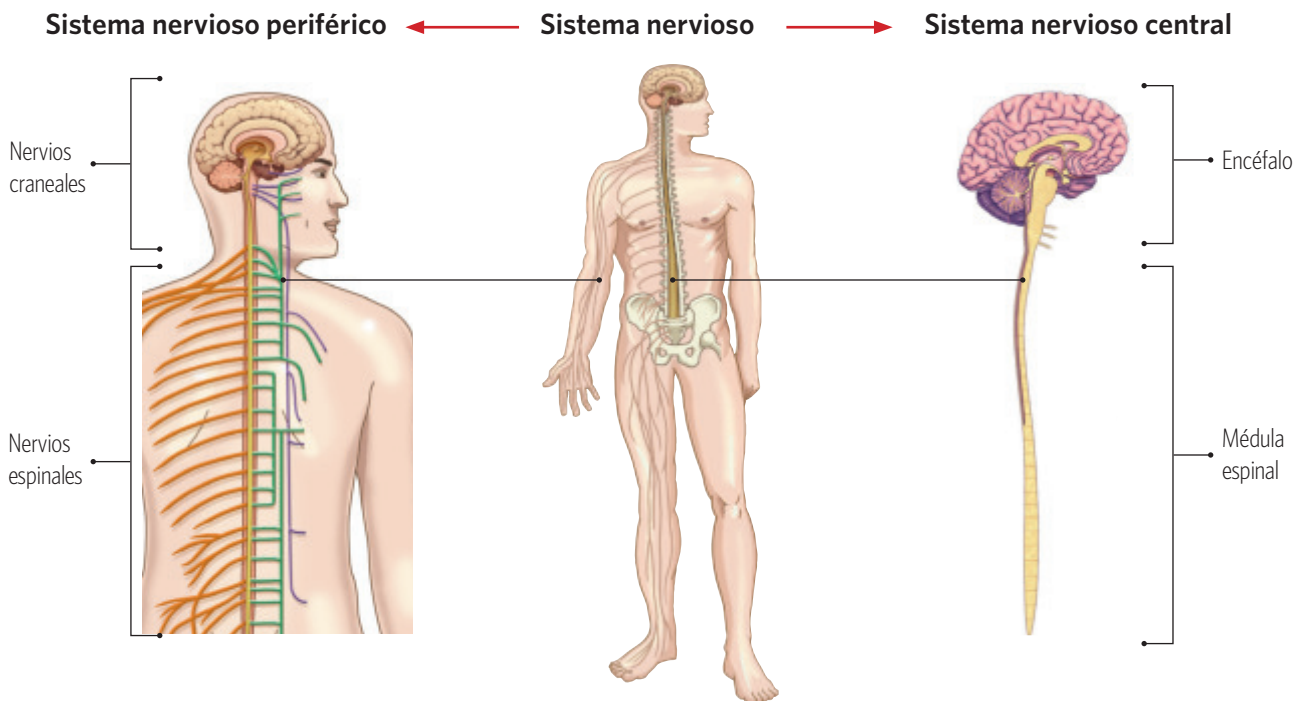
Apunte

Estímulo: es una perturbación interna o externa posible de ser captada por uno o más receptores de un organismo y que provoca una reacción o respuesta de una célula, tejido u órgano.

1. Importancia y organización del sistema nervioso

Permanentemente, tu sistema nervioso recibe múltiples estímulos. Por ejemplo, cuando estás almorzando con tus amigos, eres capaz de percibir el sabor y olor de la comida, conversar y reír, mientras tu sistema digestivo procesa los alimentos. ¿Cómo puedes sentir y hacer tantas cosas a la vez? Al igual que el sistema endocrino, el sistema nervioso (SN) controla la homeostasis, y además, capta y procesa la información ambiental produciendo respuestas coordinadas. Para esto, integra funciones con mucha rapidez, lo que permite al cuerpo actuar con armonía y eficiencia frente a cambios tanto del medio interno como del ambiente.

Los órganos que forman el sistema nervioso se conectan anatómicamente y funcionalmente entre sí, y también con los demás órganos y tejidos del cuerpo. Con el fin de facilitar su estudio se subdivide en varios componentes, pero no debes olvidar que el sistema nervioso funciona integradamente, como una unidad.



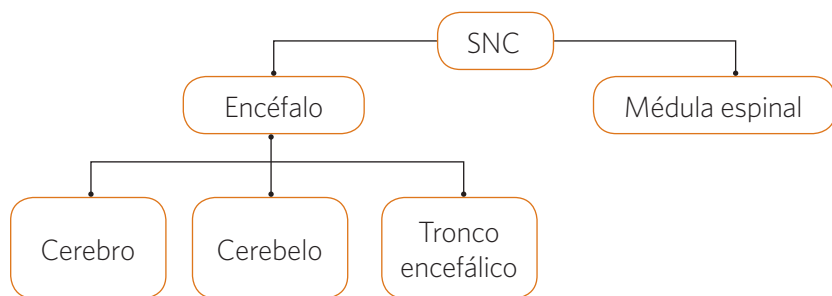
▲ Subdivisiones generales del sistema nervioso.

2. Organización del sistema nervioso central (SNC)

El SNC es el centro integrador de respuestas, por lo que recibe y transmite información desde y hacia el resto del cuerpo mediante la red de nervios del sistema nervioso periférico (SNP). La complejidad de sus respuestas es mayor a medida que ascendemos en él; así, la médula espinal es responsable de respuestas más simples (reflejos), comparadas con aquellas que da el cerebro.

En los órganos del SNC, la sustancia gris forma cortezas, núcleos y la zona central de la médula espinal. Por su parte, la sustancia blanca forma cordones y otras estructuras que conectan los componentes del SNC, como el cuerpo caloso, que une los dos hemisferios cerebrales, y los tractos espinales, que transmiten la información desde y hacia la médula espinal.

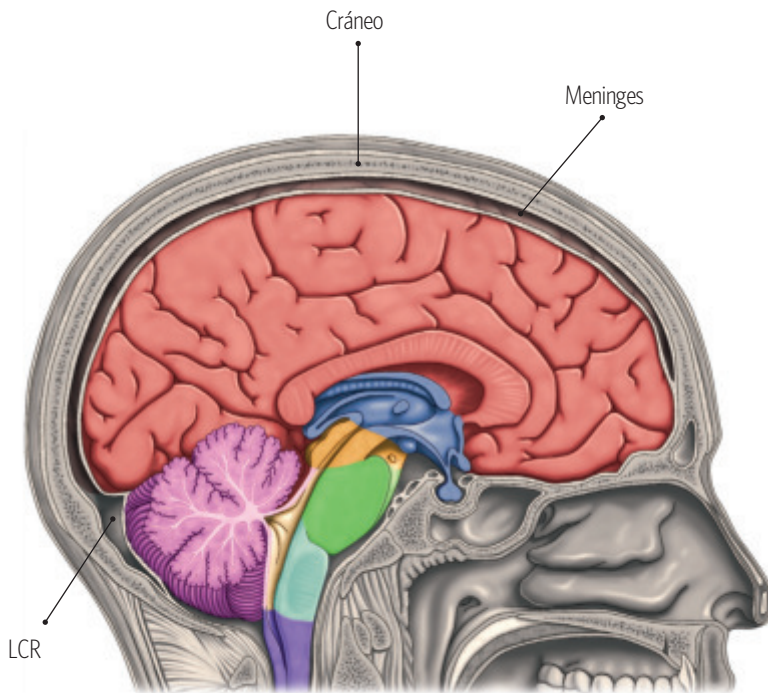
Apunte
Reflejos: son respuestas rápidas e involuntarias elaboradas ante la recepción de un estímulo.



▲ Organización general del SNC.

3. Protección del SNC

En el adulto, las neuronas tienen una capacidad muy limitada de regeneración, por lo que su pérdida es, casi siempre, irreparable. Sin embargo, el SNC está bien protegido por:



▲ Estructuras que protegen el SNC.

Para saber +

- En el espacio epidural se inyectan anestésicos; por ejemplo, durante el parto.

Apunte

Tejido conjuntivo o conectivo: une otros tejidos del cuerpo; además, sostiene, protege y aísla diferentes estructuras del organismo.

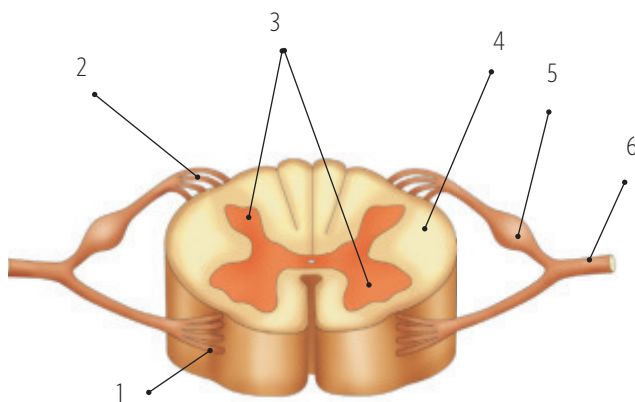
- Estructuras óseas**: el cráneo protege el encéfalo y la columna vertebral resguarda la médula espinal de lesiones.
- Meninges**: son tres membranas de tejido conjuntivo. La **piamadre**, que reviste la superficie del SNC, tiene muchos vasos sanguíneos y forma las estructuras que producen el líquido cefalorraquídeo. Sobre la piamadre está la **aracnoides** y entre ellas, se encuentra el espacio subaracnoideo en el cual está el líquido cefalorraquídeo. Adherida a los huesos se ubica la **duramadre**, la más fibrosa y resistente de las meninges; en el cráneo forma tabiques que ayudan a mantener en su posición las distintas partes del encéfalo; en la columna vertebral forma el espacio epidural, este contiene grasa que protege la médula espinal de lesiones.

- Líquido cefalorraquídeo (LCR)**: la mayor parte de este líquido es producida por una especialización de la piamadre llamada plexos coroideos, que cubre unas cavidades encefálicas llamadas ventrículos, desde los cuales fluye hasta el canal vertebral. En este flota el SNC y sirve como amortiguador ante eventuales golpes. Su composición se asemeja a la del plasma y a la del líquido extracelular del sistema nervioso. Además, transporta nutrientes y desechos a lo largo del SNC y mantiene la presión constante entre cerebro y médula espinal.

4. Médula espinal

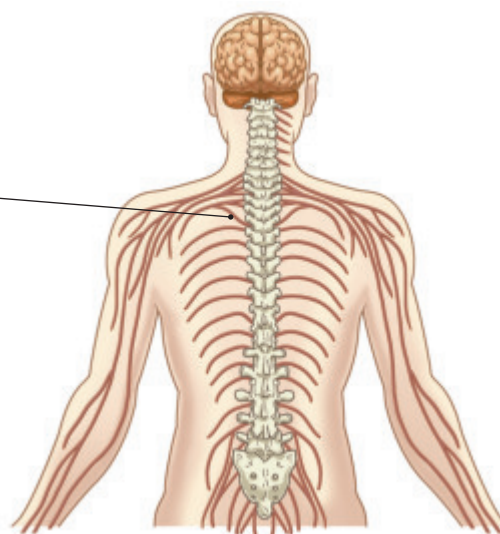
La médula espinal recorre el canal raquídeo de las vértebras, desde la base del cráneo hasta la primera vértebra lumbar, un poco más arriba de la cintura. Funciona como un centro elaborador de reflejos y conductor de impulsos nerviosos desde y hacia el encéfalo.

4.1 Organización de la médula espinal



▲ Médula espinal.

- Raíces ventrales o anteriores:** vía eferente que contiene axones motores del sistema nervioso somático y del sistema nervioso autónomo.
- Raíces dorsales o posteriores:** vía aferente que contiene axones sensitivos procedentes de la piel, los músculos y las vísceras.
- Sustancia gris:** transversalmente se identifican dos astas dorsales y dos ventrales. Las primeras contienen núcleos sensitivos, y las segundas, núcleos motores.

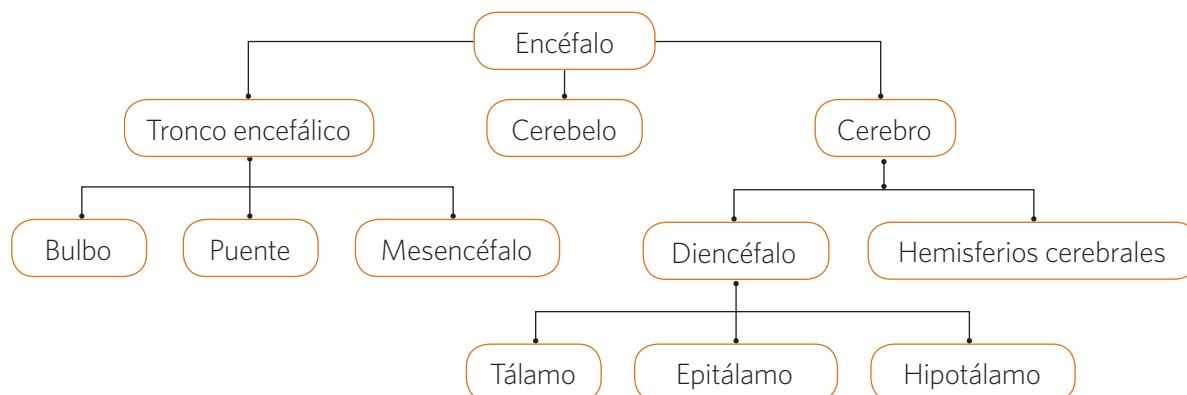


▲ Nervios espinales.

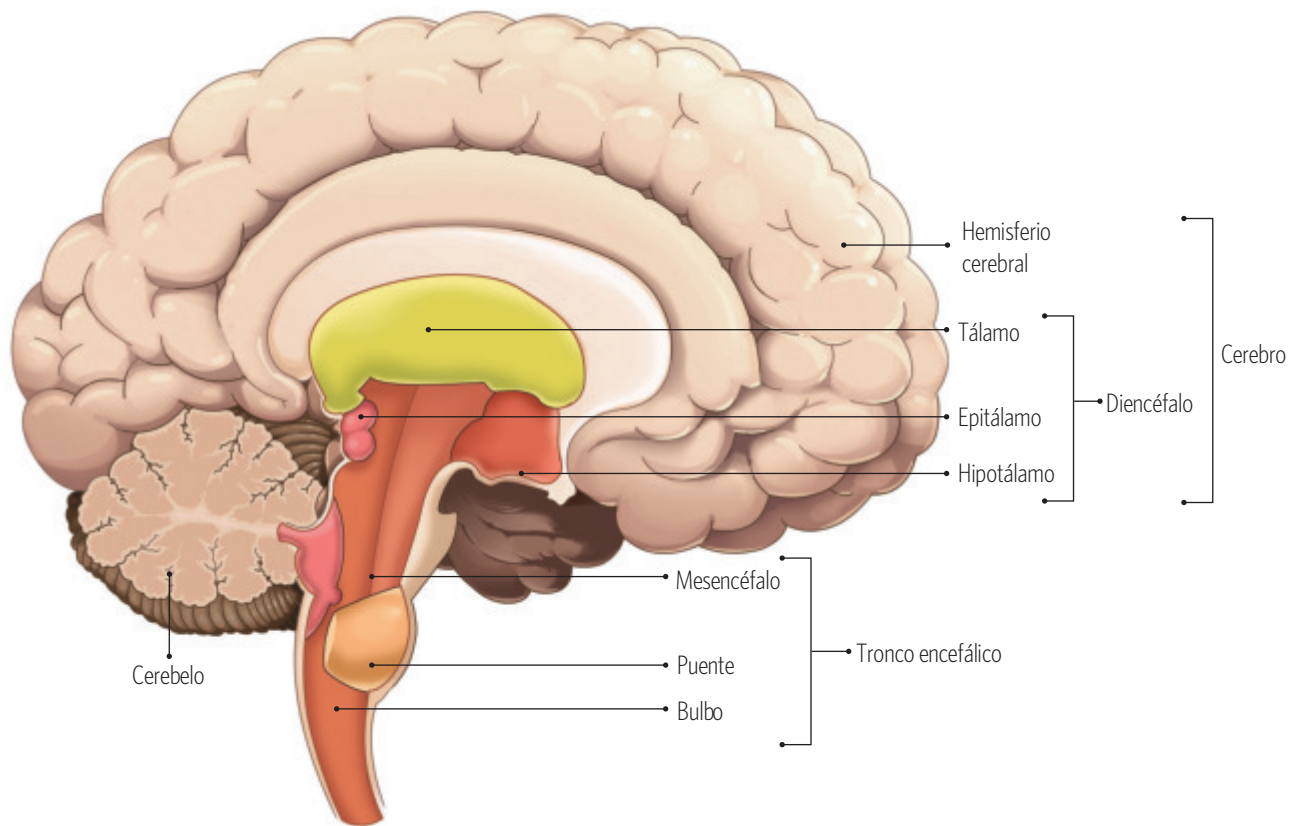
- Sustancia blanca:** muchísimos axones se reúnen formando cordones dorsales, laterales y ventrales. Unos ascienden con información sensitiva hasta el encéfalo, y otros descienden con información motora.
- Ganglios espinales o raquídeos:** contienen somas de neuronas pseudounipolares, por las cuales se transmite información sensitiva hacia el SNC.
- Nervios espinales o raquídeos:** son 31 pares de nervios formados por la unión de las raíces dorsales y ventrales; por lo tanto, contienen axones sensitivos y motores.

5. Organización del encéfalo

El encéfalo está constituido por las estructuras superiores del sistema nervioso central, protegidas por el cráneo. Es el centro elaborador de respuestas reflejas, voluntarias y de procesos superiores, como el lenguaje, la coordinación motora, el aprendizaje, la atención y la memoria.



▲ Organización general del encéfalo.



▲ Organización del encéfalo.

Para saber +

- La formación reticular es una red de neuronas del tronco encefálico que interviene en los procesos de alerta y atención. Podemos considerar la atención como un filtro de la percepción, que discrimina lo importante de lo que no lo es y es clave en el proceso de aprendizaje.

5.1 Tronco encefálico (TE)

El TE se ubica sobre la médula espinal y lo componen el bulbo raquídeo, la protuberancia o puente y el mesencéfalo. Desde él emergen diez de los doce pares de **nervios craneales**, a través de los cuales recibe información sensorial del gusto, oído y equilibrio, además de la que proviene de las articulaciones y la piel de la cabeza. Algunos nervios craneales también transmiten información motora a los músculos del cuello y de la cabeza.

La sustancia blanca del tronco encefálico conduce información sensorial y motora hacia y desde los centros superiores del encéfalo.

a. Bulbo

- Interviene en el control de la presión sanguínea, mediante la regulación de la frecuencia y fuerza del latido cardiaco y del diámetro de los vasos sanguíneos.
- Interviene en el control de la frecuencia del ritmo respiratorio.
- Controla la deglución, el vómito, el estornudo, la tos y el hipo.

b. Puente o protuberancia

- Contiene núcleos que controlan los movimientos respiratorios.
- Recibe información sensorial del gusto e información táctil de la cara y el cuello.
- Envía información motora que controla la expresión facial.
- A través de su sustancia blanca, conduce información sensitiva y motora desde y hacia los centros superiores del encéfalo.

c. Mesencéfalo o cerebro medio

- Controla los movimientos de los globos oculares, así como la contracción de la pupila.
- Presenta núcleos que participan en funciones sensoriales de la visión y audición.
- Presenta centros reguladores de reflejos de los ojos, la cabeza y el cuello.

Para saber +

- El síndrome de Moebius se caracteriza por el desarrollo incompleto de los nervios craneales VI y VII, que emergen desde el puente, lo que genera parálisis facial y estrabismo.

**5.2 Cerebelo**

Es la segunda estructura en cuanto a tamaño, después del cerebro. Su sustancia gris forma una corteza muy plegada y también núcleos cerebelosos centrales, desde donde salen axones que llevan información fuera del cerebelo. La sustancia blanca es central y tiene un aspecto semejante a un árbol, por lo cual recibe el nombre de "árbol de la vida". El cerebelo recibe información sensorial, conducida por la médula, desde músculos, tendones y articulaciones; información motora desde la corteza e información del equilibrio desde el oído interno.

- Coordina la actividad de los músculos esqueléticos durante el movimiento.
- Participa en el control de los movimientos oculares y en la mantención de la postura corporal.



- ◀ El cerebelo coordina nuestros movimientos voluntarios.

Para saber +

- El sistema límbico es, junto al sistema nervioso autónomo, responsable de la respuesta emocional, pero además interviene en la memoria y el deseo sexual. Por esa razón, es clave en las características de nuestra personalidad y conducta. Está formado por varias estructuras cercanas al tálamo, como el hipotálamo, el hipocampo y la amígdala cerebral, además de parte de la corteza (circunvolución del cíngulo).

5.3 Cerebro

El cerebro es la principal estructura del encéfalo, tanto por su tamaño como por la complejidad de sus funciones. Lo integran el diencefalo o cerebro medio y los hemisferios cerebrales izquierdo y derecho.

a. Diencefalo

Hipotálamo

- Controla la secreción hormonal de la hipófisis.
- Regula al sistema nervioso autónomo controlando, por ejemplo, la temperatura corporal y las sensaciones de hambre y sed.
- Participa en emociones, como la rabia, y en la regulación del estado de vigilia y los patrones del sueño.

Tálamo

- Recibe casi todos los impulsos sensitivos y motores provenientes de otras estructuras del SNC, y los distribuye a zonas específicas de la corteza cerebral.

Epitálamo

- Pertenece al sistema límbico; tiene relación con los instintos y las emociones y contiene a la glándula pineal, que regula los estados de sueño y vigilia.

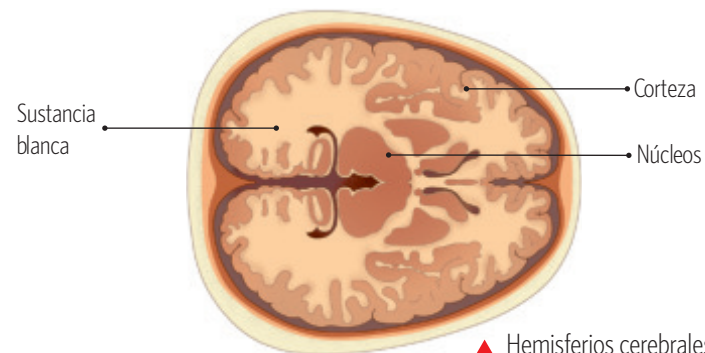
b. Hemisferios cerebrales

Sustancia gris

En la superficie forma la **corteza**, que participa de los procesos más complejos, como el lenguaje, la memoria y la resolución de problemas. Inmersa en la sustancia blanca de los hemisferios, hay tres **agrupaciones nucleares**: los núcleos de la base, la amígdala y el hipocampo. Estas se relacionan con funciones motoras, la memoria y las emociones, entre otras.

Sustancia blanca

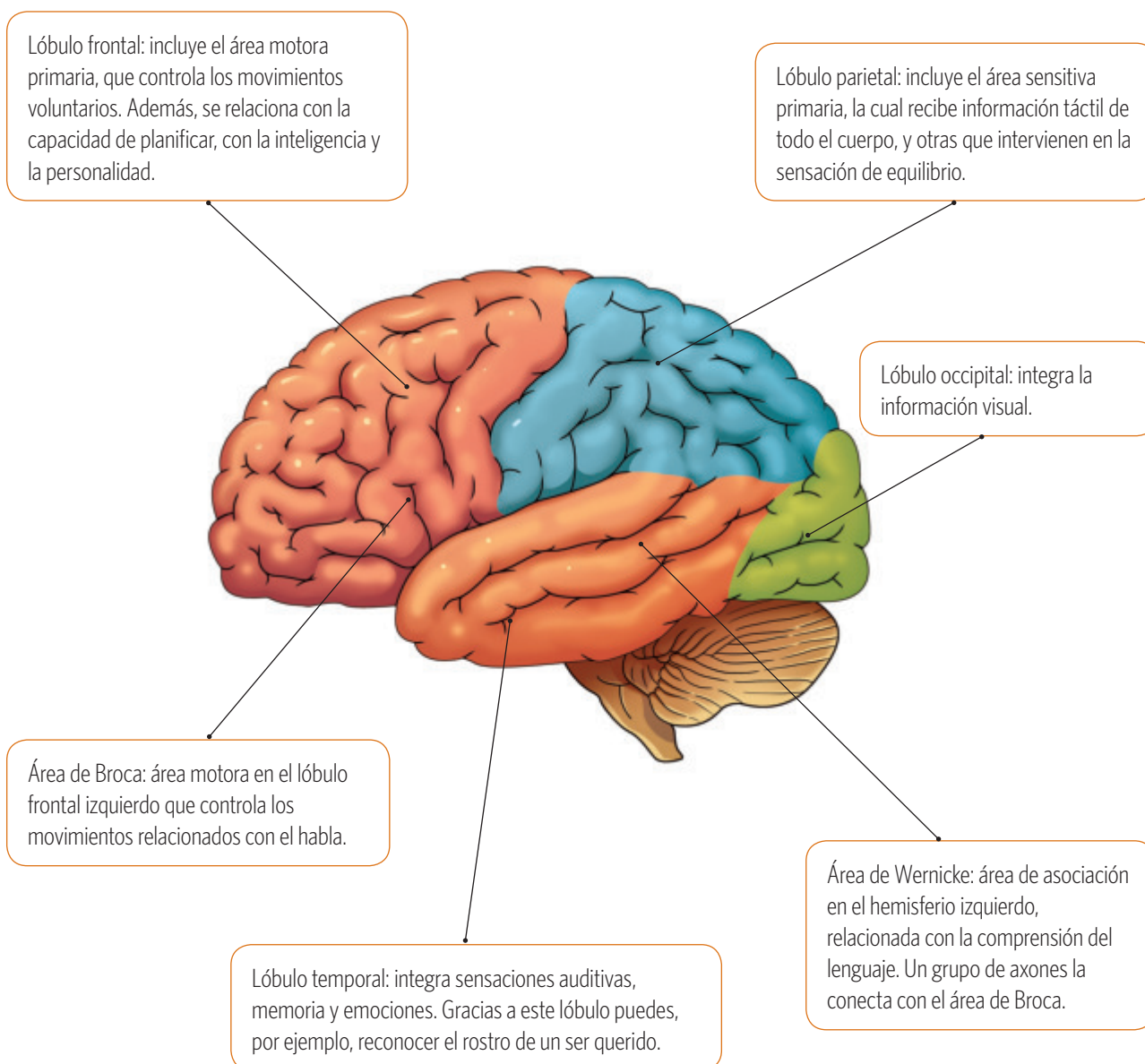
Está formada por millones de axones mielinizados, que conectan a los distintos elementos del sistema nervioso central. Destaca el **cuerpo calloso**, un conjunto de axones que conecta ambos hemisferios, lo que permite que trabajen asociadamente en la coordinación de funciones.



5.4 Funciones de la corteza

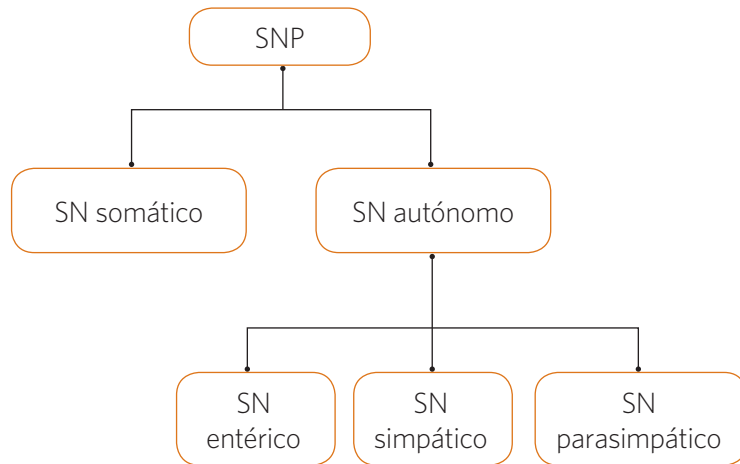
A pesar de su aspecto semejante, los hemisferios se diferencian en su especialización funcional. Del **hemisferio izquierdo** dependen los movimientos y sensaciones del lado derecho del cuerpo, la habilidad numérica, el razonamiento lógico y los lenguajes escrito y hablado. Del **hemisferio derecho** dependen los movimientos y las sensaciones del lado izquierdo del cuerpo, la percepción tridimensional, el sentido artístico y la imaginación.

En la corteza de cada hemisferio se identifican cuatro lóbulos. En ellos se encuentran las **áreas sensitivas**, que reciben impulsos sensoriales; las **áreas motoras**, que controlan los movimientos voluntarios; y las **áreas de asociación**, que intervienen en procesos de memoria, razonamiento, lenguaje y emociones.



6. Organización del sistema nervioso periférico (SNP)

El SNP está formado por **ganglios** o grupos de somas neuronales, y por **nervios**, ubicados fuera del SNC, pero conectados a este. Su función es transmitir información sensitiva hacia el SNC e información motora, desde este hacia los músculos y glándulas.



▲ Organización general del sistema nervioso periférico.

Para saber +

- Aunque el sistema nervioso somático es responsable de las respuestas voluntarias, también genera reflejos. Por ejemplo, tiritamos cuando hace frío porque los termorreceptores cutáneos y del hipotálamo envían esta información a la corteza cerebral, la cual envía señales para que se produzca la contracción involuntaria de los músculos esqueléticos. Por el contrario, cuando sube tu temperatura, el hipotálamo envía, a través del sistema nervioso simpático, señales que activan las glándulas sudoríparas. Al sudar, nuestro cuerpo se enfría y la temperatura tiende otra vez a normalizarse.



6.1 Sistema nervioso somático

Formado por los nervios craneales y espinales, conduce impulsos nerviosos desde el SNC hasta la musculatura estriada, provocando los movimientos voluntarios. A su vez, transmite información sensitiva desde el resto del cuerpo al SNC.

6.2 Sistema nervioso autónomo

Es independiente del control de la corteza cerebral, regulándose a sí mismo. Es responsable del movimiento de las vísceras y de la musculatura lisa, así como de la actividad de las glándulas exocrinas. Su centro de control es el **hipotálamo**, que integra información proveniente de otros elementos del SNC, especialmente del tronco encefálico. De su actividad depende la manifestación física de las emociones y la mantención de la homeostasis frente a variaciones ambientales y del medio interno. Esta última función depende de sus divisiones **simpática** y **parasimpática**, y también de las neuronas motoras de la división somática.

a. Sistema nervioso entérico

Es una red neuronal que controla la actividad de la musculatura del tubo digestivo en la digestión de los alimentos. Además, es responsable de las “mariposas en el estómago” que sientes cuando estás emocionado, pues está conectado con el sistema límbico.

140



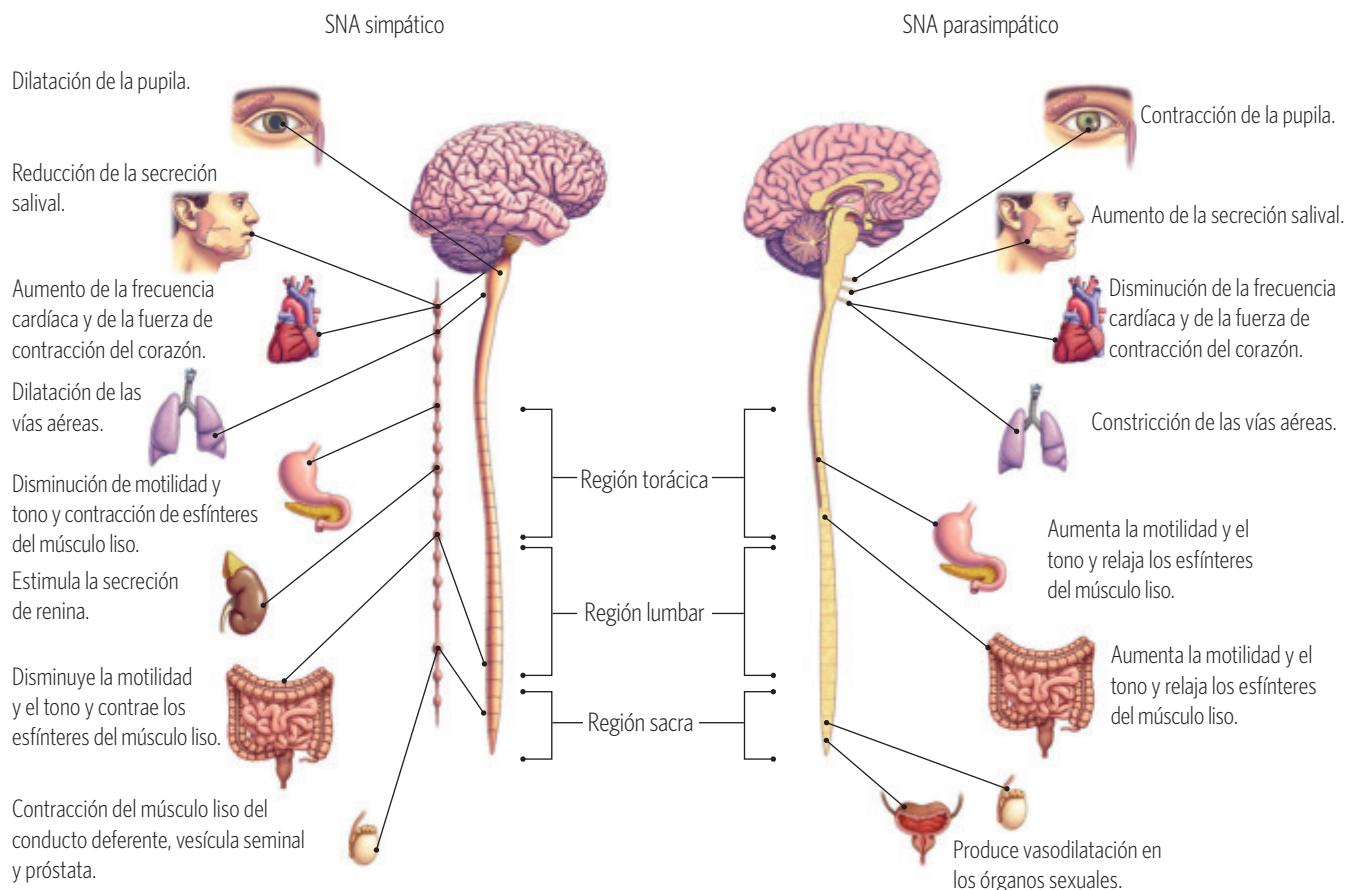
Opina, en no más de 140 caracteres, acerca de la importancia de nuestras emociones y de cómo estas influyen en nuestras acciones y decisiones.

b. Sistema nervioso simpático

Está involucrado en actividades que requieren energía. Actúa frente a situaciones de alerta o estrés, como las que se dan ante una lucha o huida, preparando al cuerpo para combatir o correr. Su acción predomina también cuando estamos enojados o felices, y cuando estamos en una competencia deportiva.

c. Sistema nervioso parasimpático

Está involucrado en acciones que conservan la energía. Se conecta a los mismos órganos que el sistema nervioso simpático, pero sus acciones son opuestas; es decir, vuelve al organismo a la condición de reposo y menor consumo de energía.



Antes de seguir, utiliza lo aprendido

1. ¿Cuáles son las funciones generales del sistema nervioso?
2. Elabora en tu cuaderno un organizador gráfico en el que relaciones todas las subdivisiones del sistema nervioso con sus respectivos elementos.
3. Si al caminar sientes dolor porque te has clavado una espina, y levantas el pie, ¿cuál es el recorrido de la información desde que tu organismo capta el estímulo hasta que produce la respuesta?
4. Compara los siguientes pares de sistemas: sistema nervioso central y periférico; sistema nervioso somático y autónomo; y sistema nervioso simpático y parasimpático.
5. ¿Por qué el hipotálamo es tan importante para la regulación de la homeostasis?

Planteamiento y comprobación de hipótesis para explicar la relación estructura-función de diferentes encéfalos en vertebrados

Antecedentes

Los vertebrados presentan diferencias de proporciones entre las estructuras que componen su encéfalo. Estas divergencias se asocian a niveles de complejidad en las conductas expresadas y en sus capacidades para percibir los estímulos del medio.

Por ejemplo, si comparas las conductas o las capacidades perceptivas que desarrolla un pez con las de un caballo, sin duda encontrarás diferencias. En el caso de los peces óseos, estos poseen una línea lateral a cada lado de su cuerpo constituida por células sensoriales que les permiten percibir las vibraciones del agua para detectar movimientos a su alrededor. A través de su sistema visual pueden incluso distinguir distancias entre los objetos observados, mientras que su sistema auditivo discrimina sonidos. Muchos peces óseos presentan yemas gustativas y sus fosas olfatorias filtran el agua percibiendo olores.

Los caballos poseen conductas más complejas; aprenden a través del reflejo condicionado y lo fijan en su memoria. Se organizan en manadas, las cuales presentan jerarquías y cuidado colectivo de las crías. En general, no es un animal agresivo, es más bien temeroso. Con respecto a los sentidos, tienen buena vista lateral y el olfato está bien desarrollado, lo que les permite encontrar alimento, agua y reconocer a los de su especie.

Problema de investigación

Durante la evolución de las especies se seleccionan rasgos y características que contribuyen a la supervivencia de los organismos, lo que genera diferencias entre ellos. Algunos de estos rasgos se relacionan con la fisiología y el comportamiento. Entonces, podemos plantearnos las siguientes preguntas: ¿qué relación existe entre la morfología del encéfalo y la complejidad conductual?, ¿y entre la morfología del encéfalo y la capacidad perceptiva en los vertebrados?

Estrategias de contrastación y resultados

Lean el siguiente extracto de investigación y trabajen con los datos registrados que encontrarán a continuación. Para esta etapa del taller deben diseñar una estrategia que les permita encontrar una o más relaciones entre las variables planteadas en su hipótesis (estructura del encéfalo, complejidad conductual y capacidad perceptiva). Detallen el procedimiento que realizarán para el trabajo comparativo. Recuerden que el cerebro es el órgano que regula la conducta; el cerebelo, la coordinación motora; el lóbulo olfatorio procesa el olfato y el lóbulo óptico, la capacidad visual.

Un grupo de investigadores observó durante un año la conducta de diversos ejemplares de lampreas, peces óseos, ranas, gansos y caballos, registrando datos etológicos (conductuales). Paralelamente, analizaron las capacidades fisiológicas de sus sistemas sensoriales. Todas las observaciones registradas se clasificaron en cuatro categorías:

- complejidad conductual general.
- coordinación motriz.
- percepción visual.
- percepción olfatoria.

Los resultados se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 1: Niveles de complejidad conductual y capacidad fisiológica en diferentes organismos.

Especie	Complejidad conductual	Coordinación motriz	Percepción visual	Percepción olfatoria
Lamprea	*	*	*	*****
Pez óseo	***	***	*****	*
Rana	***	**	****	*****
Ganso	****	*****	*****	*
Caballo	*****	*****	*****	****



Pez



Rana



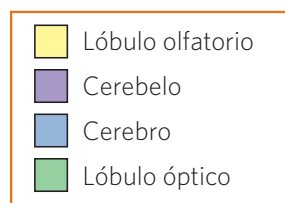
Lamprea



Ganso



Caballo



Análisis e interpretación de evidencias

Luego de comparar la estructura del encéfalo con las capacidades fisiológicas y perceptivas de los distintos organismos, planteen una hipótesis de trabajo. Luego, respondan las siguientes preguntas:

1. ¿Qué diferencias importantes observan en los modelos de encéfalo de los diferentes organismos? Mencionen al menos cuatro.
2. ¿Existe una relación entre la estructura del encéfalo y las características conductuales y perceptivas de los organismos?
3. De acuerdo con los resultados obtenidos, ¿rechazan o aceptan la hipótesis planteada?

Conclusiones, comunicación de resultados y proyección

Enuncien conclusiones que señalen las relaciones que se identifican entre las variables analizadas.

Como proyección del trabajo, planteen un nuevo problema de investigación incorporando otra variable, que puede ser, por ejemplo, un cambio en el ambiente en el que se desarrollan los diferentes organismos, donde el problema podría ser: "Los vertebrados mantienen conductas complejas al modificar el ambiente donde se desarrollan".

Elaboren un panel para comunicar los resultados de la investigación. Revisen el anexo 2 de su texto (página 374) para apoyar su realización.



Organiza lo que sabes

En tu cuaderno, diseña un organizador gráfico usando al menos diez de los conceptos de esta lista. Este organizador representará lo que has aprendido.

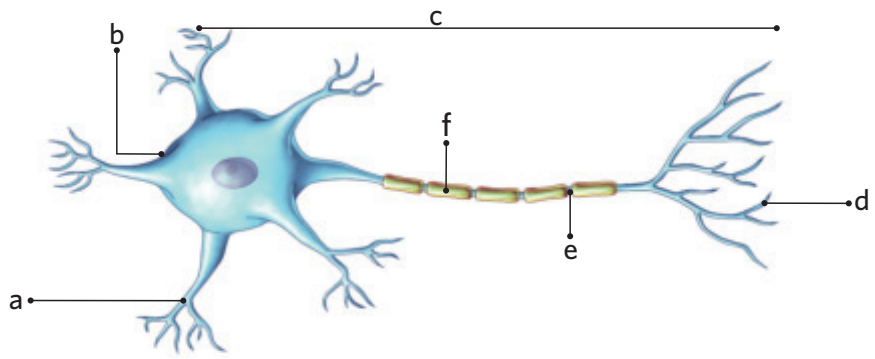
- axón
- impulso nervioso
- neuronas motoras
- botón postsináptico
- médula espinal
- neuronas sensitivas
- botón presináptico
- nervios motores
- sistema límbico
- células gliales
- nervios sensitivos
- sistema nervioso periférico
- cerebro
- neurona
- soma
- dendritas
- neuronas de asociación
- tronco encefálico

Evaluación de proceso

1. Copia y completa la tabla con las funciones de las estructuras solicitadas. (16 puntos).

	Funciones		Funciones		Funciones
SNC		Encéfalo		Cerebro	
				Cerebelo	
				Tronco encefálico	
		Médula espinal		Sustancia gris	
				Sustancia blanca	
SNP		SN somático		Nervios craneales	
				Nervios espinales	
		SN autónomo		SN entérico	
				SN simpático	
				SN parasimpático	

2. Observa la imagen de neurona y contesta las preguntas. (6 puntos).



- Describe estructural y funcionalmente los componentes de la neurona indicados con letras.
 - Según el número de prolongaciones, ¿a qué tipo de neurona corresponde?
 - Si esta neurona forma parte de un nervio del sistema nervioso autónomo, ¿a qué tipo de neurona, según su función, corresponde? Explica.
3. Escribe para cada función, el nombre de la célula glial responsable de ejecutarla: soporte, nutrición, producir vaina de mielina, regular la composición del líquido extracelular y eliminación de restos celulares. (4 puntos).

Me evalúo

Con las indicaciones que te dé el profesor, cuenta los puntos que obtuviste en cada indicador. Luego, reflexiona acerca de tu progreso en la comprensión de los contenidos. Marca con un ✓ el color que corresponda.

Indicador	Preguntas	Puntos obtenidos	Mi apreciación
Describir la organización y función de los órganos y estructuras que componen el sistema nervioso humano.	1	_____/16	
Describir las células que constituyen el tejido nervioso.	2 y 3	_____/10	

- Debo revisar cómo estoy estudiando y buscar nuevas estrategias.
- Necesito repasar algunos contenidos.
- Mi estrategia de estudio es apropiada. Puedo seguir avanzando en la unidad.

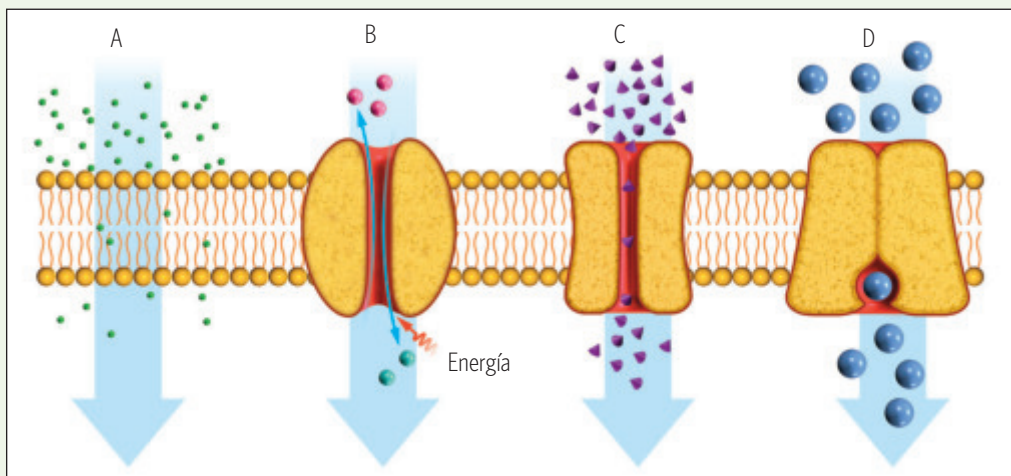
¿Por qué las neuronas pueden conducir un impulso nervioso?

► **Debes recordar:** Estructura y función de la membrana plasmática

Trabaja con lo que sabes

Junto con un compañero, responde las siguientes preguntas:

1. Se representan diferentes tipos de transporte a través de la membrana plasmática. Al respecto:
 - a. ¿Qué rol cumplen las proteínas en el transporte?
 - b. ¿Qué sustancias pueden usar los tipos de transportes representados?
 - c. ¿De qué depende que una sustancia sea transportada de manera activa o pasiva?



Propósito de la lección

En las lecciones anteriores aprendiste acerca del rol de las neuronas como unidad estructural y funcional del sistema nervioso. En esta lección comprenderás cómo se produce y genera un impulso nervioso en las neuronas.

Para saber +

- Los canales iónicos activados por voltaje pueden ser 'sin puerta' o 'con puerta'. A través de los canales sin puerta, los iones difunden libremente, mientras que los canales con puerta solo se abren cuando hay variaciones de voltaje, permitiendo el flujo de los iones a favor de su gradiente electroquímico.

1. Cualidades de la membrana del axón

Los procesos eléctricos que ocurren en las neuronas dependen de ciertas cualidades de su membrana plasmática. Como la de cualquier otra célula, su membrana está formada por una doble capa de fosfolípidos, en la que se insertan proteínas y, al igual que todas, es selectivamente permeable. Esto permite distinguir el medio intracelular del extracelular, generando gradientes o desequilibrios de concentración. Pero, a diferencia a la de otras células, la membrana neuronal es capaz de producir grandes desequilibrios de concentración de iones entre el citoplasma y el ambiente extracelular, y también de movilizar estas cargas eléctricas rápidamente. Esto es posible por:

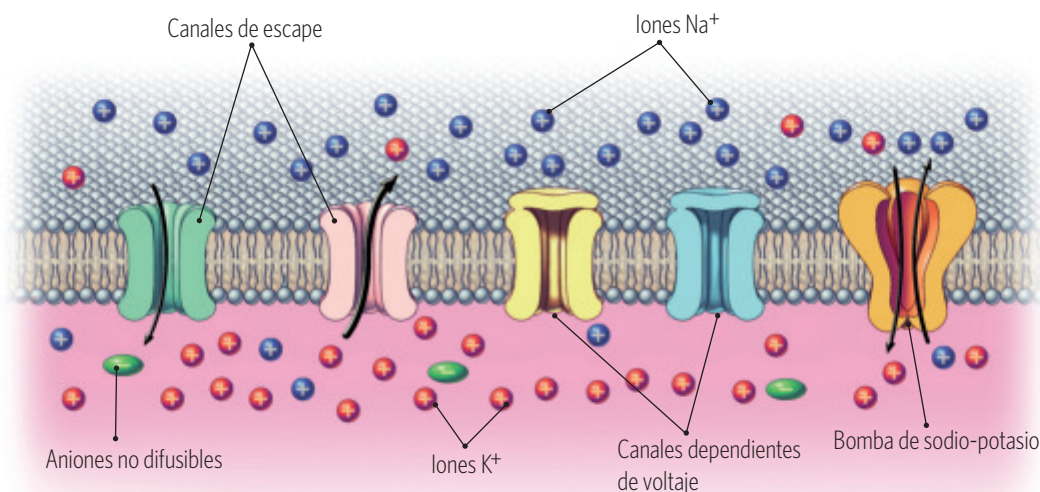
- La actividad de bombas de sodio-potasio presentes en mayor cantidad que en otras células: estas proteínas extraen activamente del citoplasma tres iones de sodio (Na^+), al tiempo que ingresan dos iones de potasio (K^+).
- Las propiedades de selectividad y direccionalidad de la membrana al transportar los iones: si se compara la membrana del axón con la de otras células, en la del axón existe una gran cantidad de canales iónicos, por los que se difunden los iones.
- La presencia del ion cloro (Cl^-) y de proteínas con carga eléctrica negativa en el citoplasma genera una carga negativa en relación con el exterior.

Inter@ctividad

- Ingresa a www.rekursostic.cl/lbm073a y [/lbm073b](http://www.rekursostic.cl/lbm073b). Encontrarás animaciones explicativas del potencial de membrana y del potencial de acción, asociadas a preguntas que debes contestar en tu cuaderno.

2. Generación del potencial de acción y conducción del impulso nervioso

- a. **Fibra nerviosa en reposo o polarizada:** la distribución desigual de cargas eléctricas positivas entre ambos lados de la membrana celular genera una diferencia de voltaje o diferencia de potencial eléctrico; se dice entonces que la membrana está **polarizada**, con mayor cantidad de cargas positivas en su exterior que en su interior. Esta condición se denomina **potencial de reposo** y se debe a que hay mayor concentración de Na^+ fuera de la neurona que dentro de ella y, por el contrario, mayor concentración de K^+ en la neurona que fuera de esta. Se suman a lo anterior la acción de la bomba de sodio-potasio y la influencia de las cargas negativas del Cl^- y de las proteínas.

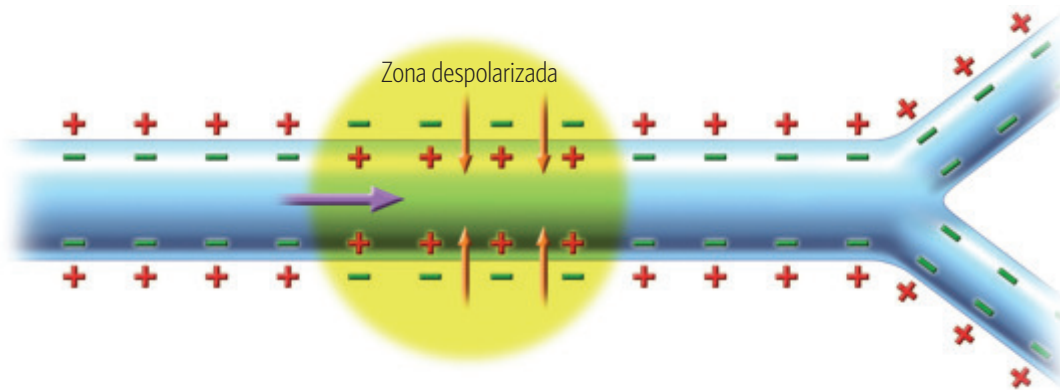


- ▲ Membrana polarizada: Debido a que la membrana impide el flujo de los iones en favor de su gradiente electroquímico, se mantiene una diferencia de cargas a uno y otro lado de la membrana.

Para saber +

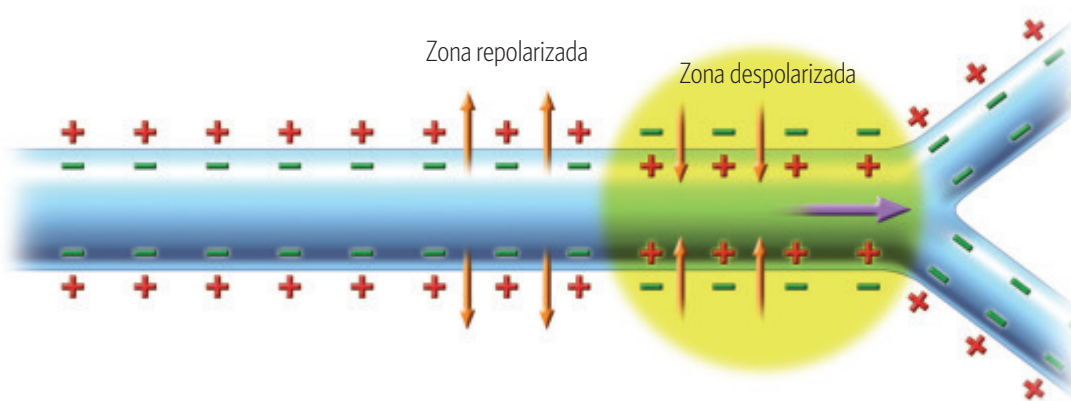
- Si se rompe un vidrio, seguramente lo oírás, pero si cae un alfiler, es probable que no lo oigas. Si el fenómeno no genera suficiente energía para que las neuronas alcancen el potencial de umbral, no se producirá un impulso nervioso.

- b. **Generación del potencial de acción:** al ser estimulada con una intensidad suficiente, la neurona sufre un cambio en la permeabilidad de su membrana. Cuando se abren los canales con puerta activados por voltaje del Na^+ , e ingresan suficientes iones de este tipo para que, en el área de ingreso a la neurona, su interior se vuelva positivo y el exterior negativo, se dice que ha ocurrido una **despolarización** o inversión de cargas. Ocurrida esta, rápidamente los canales de Na^+ se vuelven a cerrar, se abren los canales con puerta de K^+ y se escapan estos iones de la neurona. Al salir estas cargas positivas, el interior de la neurona vuelve a ser negativo, **repolarizando** la membrana. Este proceso, que dura cerca de un milisegundo, se denomina **potencial de acción**.



- ▲ Despolarización de una región de la membrana. El flujo de iones se ha representado solo con signos negativos y positivos para facilitar su comprensión.

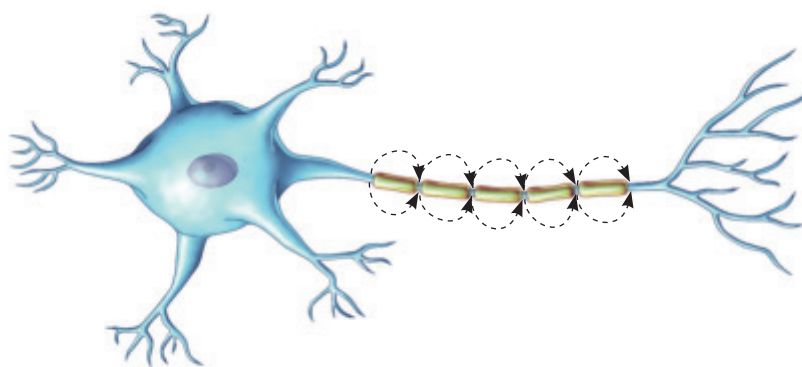
- c. **Conducción del impulso nervioso:** el potencial de acción generado, provoca que las áreas vecinas de la membrana también inicien un proceso de despolarización y generen su propio potencial de acción. De esta manera, sucesivamente, se van produciendo a lo largo del axón potenciales de acción, los que se propagan como una onda de despolarización que viaja a lo largo de este. Esto es un **impulso nervioso**.



- ▲ Un impulso nervioso es una onda de despolarización que viaja por el axón.

3. Características del impulso nervioso

- El impulso nervioso es **bidireccional**, ya que se propaga desde cualquier punto de la neurona hacia ambos extremos de la célula.
- El impulso nervioso cumple con **la ley del todo o nada**, es decir, la neurona siempre producirá un potencial de acción con máxima intensidad cada vez que la energía del estímulo le permita alcanzar el **potencial de umbral**.
- Todos los impulsos son semejantes, y el hecho de que percibamos diferentes sensaciones, como las sonoras o visuales, se debe al lugar del sistema nervioso central donde aquellos son procesados.
- La velocidad de conducción del impulso nervioso será mayor en los axones más gruesos y con vaina de mielina. Un mayor diámetro resulta en una mayor superficie de membrana y, por lo tanto, un mayor intercambio con el medio extracelular; y un axón mielinizado presenta nódulos de Ranvier, por lo que la despolarización no ocurre en toda la extensión del axón, sino que va saltando de nódulo en nódulo.



▲ Conducción saltatoria. Esta es más veloz que una conducción continua.

Reflexiona

¿Cómo ayudar a quienes sufren el mal de Alzheimer?

El mal de Alzheimer es una enfermedad degenerativa del tejido nervioso que afecta a millones de personas. Es más frecuente a partir de los 65 años de edad y su causa estaría vinculada a la presencia de placas proteicas que interrumpen la transmisión del impulso nervioso en las sinapsis. Quienes la padecen, pierden progresivamente la memoria y otras funciones cognitivas, pero se ha observado que si viven en un ambiente familiar armónico y realizan actividad física se retarda el desarrollo de este mal. ¿Cómo podemos mejorar las condiciones de vida de los adultos mayores de nuestro país?

Antes de seguir, utiliza lo aprendido

1. Distingue si las siguientes proteínas transportadoras realizan transporte pasivo o activo: bomba de sodio-potasio, canales iónicos sin puerta, canales iónicos con puerta activados por voltaje.
2. Los canales con puerta, activados por voltaje, ¿están abiertos o cerrados en las siguientes situaciones?

	Canales con puerta activados por voltaje para el Na^+	Canales con puerta activados por voltaje para el K^+
Membrana polarizada		
Membrana despolarizada		
Membrana repolarizada		

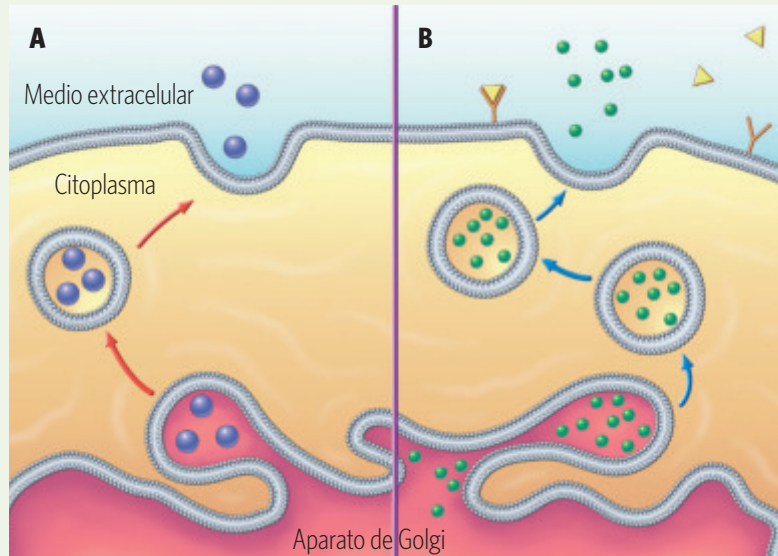
3. ¿De qué cualidades del axón depende su velocidad de conducción?

¿Cómo se comunican las neuronas?

► **Debes recordar: Exocitosis - Estructura neuronal**

Trabaja con lo que sabes

1. La ilustración representa dos variedades del proceso de exocitosis. Al respecto, contesta:
 - a. Compara la exocitosis de la situación A y la exocitosis de la situación B, indica en qué se parecen y en qué se diferencian.
 - b. ¿Qué tipo de exocitosis, A o B, te parece más regulado?, ¿por qué?
 - c. ¿Qué tipo de sustancia pudiera ser la molécula señal del caso B?
 - d. En el caso B ¿qué función cumplen en el proceso de exocitosis las moléculas asociadas a los receptores de membrana?



▲ Exocitosis.

Propósito de la lección

Para que el sistema nervioso integre y coordine el funcionamiento del organismo, es necesario que se produzca la comunicación entre sus diferentes componentes y el resto del cuerpo. Ya sabemos cómo se propaga el impulso nervioso; ahora veremos cómo una neurona puede modificar la actividad de otras células.

Apunte

Exocitosis: consiste en el transporte de moléculas que están empaquetadas en vesículas, desde el interior de la célula hacia el medio extracelular.

1. Sinapsis

La sinapsis es la unión que permite la comunicación de las neuronas entre sí o con los tejidos efectoros, como músculos o glándulas. Se clasifican de acuerdo con el **elemento postsináptico** o según **cómo se transmite el impulso nervioso**.

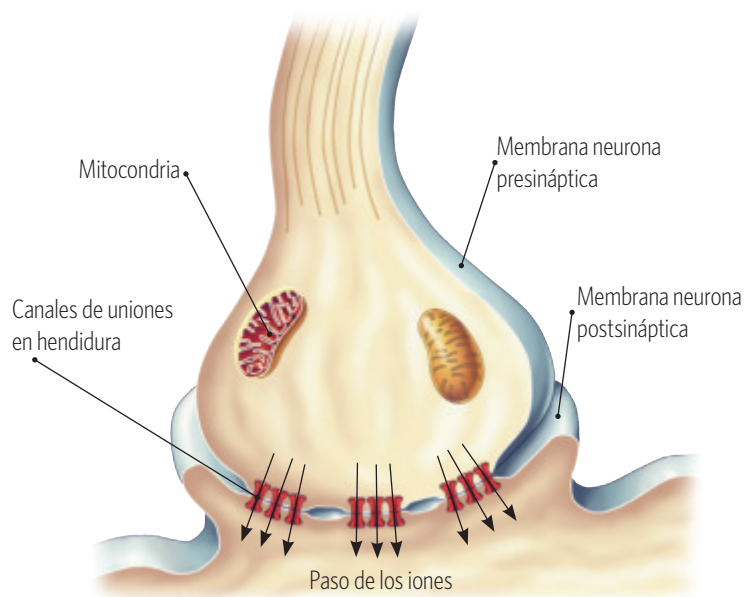
1.1 Tipos de sinapsis según el elemento postsináptico

- **Axo-axónica**: se comunica el axón de la neurona presináptica con el axón de la postsináptica.
- **Axo-somática**: se comunica el axón de la neurona presináptica con el cuerpo celular de la postsináptica.
- **Axo-dendrítica**: se comunica el axón de la neurona presináptica con una dendrita de la postsináptica.

1.2 Tipos de sinapsis según la transmisión del impulso nervioso

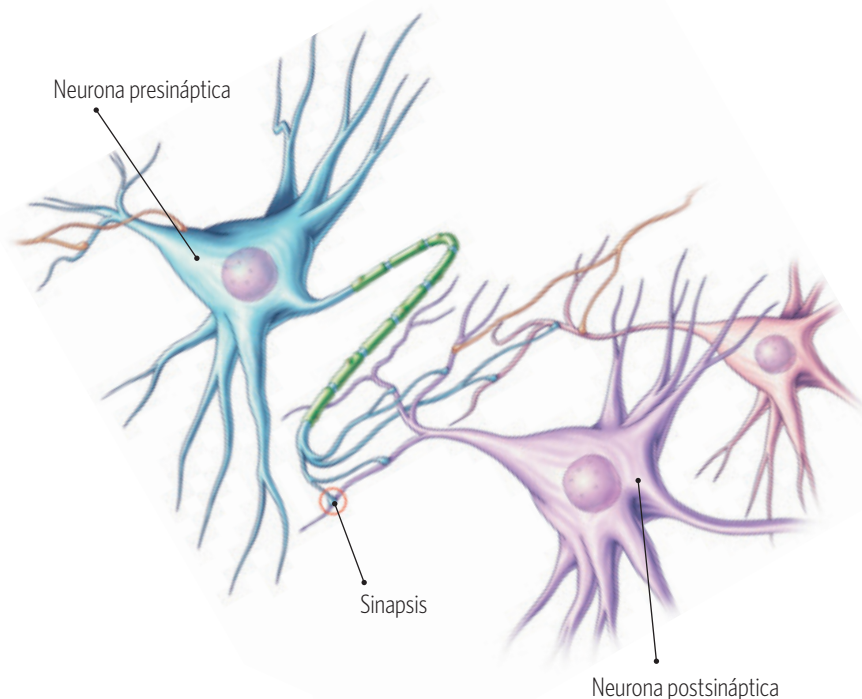
De acuerdo con este criterio, las sinapsis pueden ser eléctricas o químicas.

- **Sinapsis eléctrica:** en este tipo de sinapsis, el potencial de acción fluye desde la neurona presináptica a la postsináptica mediante el traspaso directo de los iones que generan la despolarización. Los iones se trasladan mediante canales llamados uniones en hendidura (**gap junctions**). Esta unión permite que la transmisión del impulso pueda ser bidireccional, ya que ambas membranas pueden despolarizarse y estimular la neurona contigua. Se presentan en el músculo liso visceral, en el músculo cardíaco y en el SNC, y permiten una comunicación rápida que puede contribuir a sincronizar la actividad de un grupo de neuronas.



- ▲ Las uniones en hendidura son canales intercelulares comunicantes, formados por conexones, que son túbulos de tipo proteico. (Ver página 17).

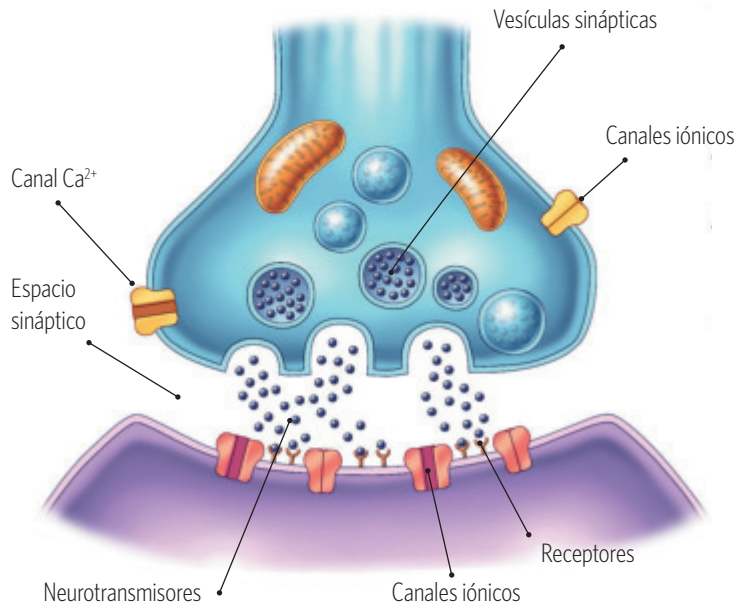
- **Sinapsis química:** permiten la transmisión de los impulsos nerviosos desde el axón de la neurona presináptica a la neurona postsináptica, una fibra muscular o a una glándula. En este tipo de sinapsis, el impulso nervioso que viaja por la célula presináptica llega hasta el terminal axónico o sináptico y provoca la liberación de **neurotransmisores**. Estas sustancias se difunden a un pequeño espacio denominado **espacio sináptico**, ubicado entre las neuronas que hacen sinapsis. Los neurotransmisores liberados se unen a receptores específicos de la membrana plasmática de la neurona postsináptica y producen un cambio de potencial eléctrico, como se ilustra en la siguiente página.



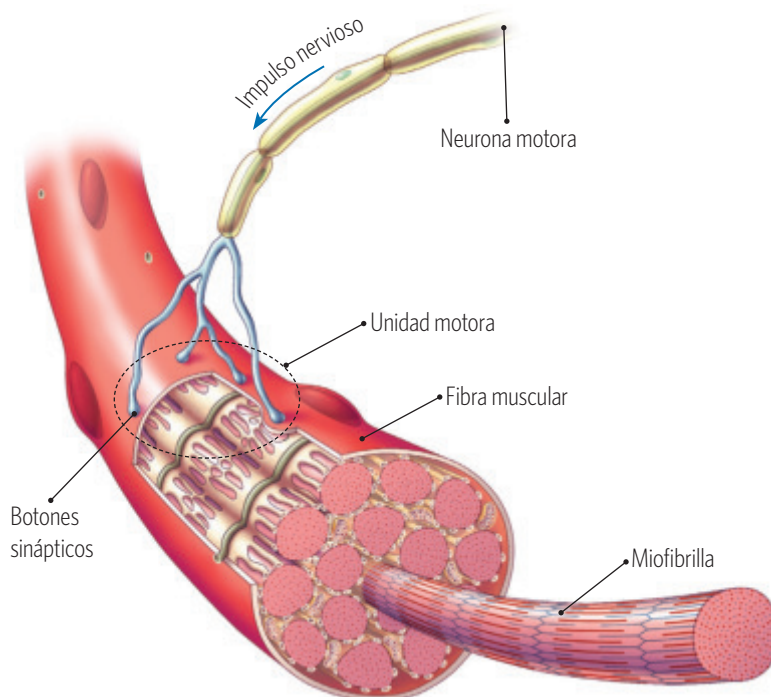
- ▲ La sinapsis axo-dendrítica entre neuronas se realiza entre los botones sinápticos de la presináptica y las dendritas de la neurona postsináptica.

2. ¿Qué procesos ocurren en el espacio sináptico?

Una vez que el impulso nervioso llega a los botones presinápticos se producen hechos que determinan cambios funcionales en la neurona o en la célula muscular.



▲ Sinapsis química. Los neurotransmisores son secretados por exocitosis.



▲ Unión neuromuscular.

2.1 En la sinapsis química

- El impulso nervioso de la neurona presináptica alcanza el botón sináptico y provoca la apertura de canales de Ca^{2+} ; estos iones ingresan a la zona terminal y desencadenan la exocitosis de neurotransmisores.
- Los neurotransmisores liberados al espacio sináptico se unen a receptores específicos que se encuentran en la membrana de la neurona postsináptica. La unión neurotransmisor-receptor produce la apertura de canales iónicos en la membrana postsináptica, generando potenciales postsinápticos que pueden tener un efecto excitador o inhibitorio.
- Luego, los neurotransmisores son recapturados por la neurona presináptica, mediante endocitosis, o son desintegrados por enzimas especializadas, lo que evita la excitación constante de la neurona postsináptica.

2.2 En la unión neuromuscular

Una unión neuromuscular es una sinapsis química entre uno de los terminales axónicos de una neurona motora y una fibra muscular de un músculo esquelético. El conjunto de uniones neuromusculares, establecidas entre las terminaciones axónicas de una neurona con varias células musculares, se denomina **unidad motora**. Los impulsos nerviosos conducidos por la neurona desencadenan la contracción de las fibras inervadas y, por lo tanto, el movimiento coordinado en respuesta a un estímulo.

- Cuando llega el impulso nervioso a los botones presinápticos de la neurona motora, se libera acetilcolina al espacio sináptico. Cuando este neurotransmisor se une a receptores de la membrana plasmática de la fibra muscular, se produce la apertura de los canales de Na^+ y el ingreso masivo de iones Na^+ a la fibra muscular. Esto genera la despolarización de la membrana de la fibra muscular o sarcolema.
- La despolarización del sarcolema induce la liberación de Ca^{2+} desde el retículo endoplásmico liso (REL). Este ion se une a las miofibrillas, permitiendo que estas se deslicen unas sobre otras contrayendo la fibra muscular.
- La degradación de la acetilcolina, mediante la enzima acetilcolinesterasa, permite que la fibra muscular se relaje. Sin acetilcolina unida al sarcolema, cesa la estimulación para la apertura de los canales de Na^+ , y el Ca^{2+} es bombeado hacia el interior del REL por transporte activo.

Inter@ctividad

- Ingresa a www.recursoftic.cl/lbm079. Encontrarás una animación que facilitará tu comprensión de la unión neuromuscular y dos actividades que debes realizar en tu cuaderno.

Minitaller

Interpretación y comunicación de resultados

El fisiólogo alemán Otto Loewi (1873-1961) desarrolló un experimento para explicar el proceso de sinapsis química. Dispuso una solución adecuada para mantener tejidos en dos recipientes y en cada uno colocó un corazón de rana, cuya conexión al nervio vago se mantenía intacta. Estimuló el nervio de uno de los corazones y observó que la frecuencia de sus latidos disminuía, y que al dejar de hacerlo, esta se normalizaba. Tras estimular el corazón, vació la solución que lo contenía en el recipiente del otro corazón y observó que este disminuía la frecuencia de sus latidos.

Lo que debes hacer

Contesta las preguntas y luego discute tus respuestas con tus compañeros.

1. ¿Cómo interpretas los resultados descritos?, ¿a qué conclusión habrá llegado Loewi a partir de ellos?
2. Diseña un gráfico que comunique cómo luciría el registro de la frecuencia cardíaca a lo largo del experimento en ambos recipientes y preséntalo a tus compañeros.

Antes de seguir, utiliza lo aprendido

1. Un investigador comparó el funcionamiento de las sinapsis eléctricas con el de las sinapsis químicas y encontró que el de estas últimas es más lento, y que siempre la transmisión del impulso es unidireccional. ¿Cómo lo explicas?
2. ¿Cuál es la función general de los neurotransmisores y de qué manera actúan sobre las membranas de las células?
3. ¿Cuál es la importancia de la acetilcolinesterasa y de la recaptura de los neurotransmisores por endocitosis?

¿Cómo se producen los reflejos?

➔ **Debes recordar:** Componentes del sistema nervioso

Trabaja con lo que sabes

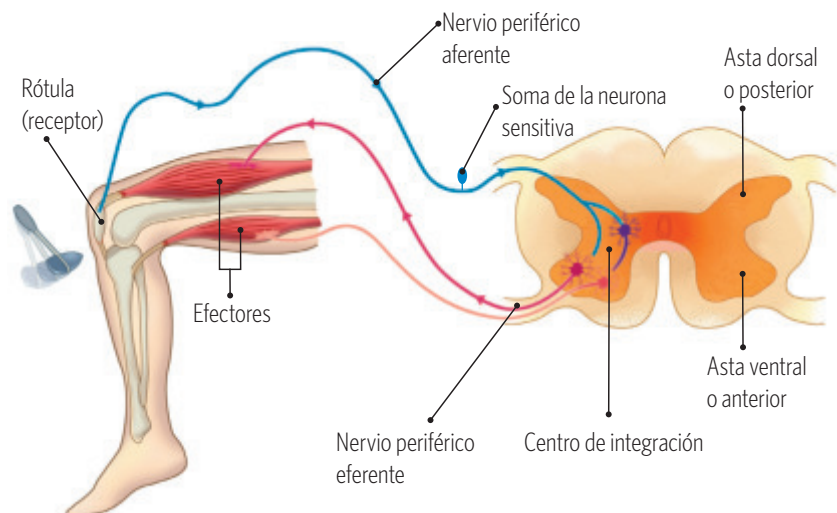
1. Sentado en tu puesto, cuenta tus inspiraciones y latidos cardíacos durante un minuto y registra los datos en una tabla. Luego, realiza quince sentadillas y vuelve a contar durante un minuto tus inspiraciones y latidos. Intercambia tus datos con diez compañeros y grafica los resultados.
 - a. Las variaciones de ambas frecuencias ¿se deben a acciones conscientes o inconscientes de tu cuerpo?
 - b. ¿De qué sirve ajustar las frecuencias respiratorias y cardíacas al tipo de actividad física que se desarrolla?
 - c. ¿Qué componentes del tronco encefálico y del sistema nervioso autónomo participan en el control de las frecuencias respiratoria y cardíaca?

Propósito de la lección

Anteriormente conociste las funciones de los componentes del sistema nervioso y la manera en que las neuronas se comunican entre sí y con los efectores. En esta lección comprenderás que todos los componentes del sistema nervioso interactúan para generar respuestas motoras simples, pero vitales para el organismo.

1. Reflejos y arco reflejo

Los **reflejos** son respuestas musculares rápidas e involuntarias que se desarrollan ante situaciones de riesgo. A cada reflejo le corresponde un **arco reflejo**, un circuito formado por un órgano sensitivo o receptor, una vía aferente, un centro de integración, una vía eferente y un efector, todos conectados mediante sinapsis.



- ▲ Arco reflejo del reflejo rotuliano. Si te sientas con las piernas cruzadas y te golpean suavemente el tendón rotuliano, su estiramiento estimulará a un receptor en el músculo y la respuesta será que tu pierna dará una patada.

Para saber +

- La presencia o intensidad de un reflejo es una indicación de la salud del sistema nervioso. Algunos reflejos se manifiestan solo en los bebés, como el reflejo de succión o el de prensión, y desaparecen al crecer. Si esto no ocurre puede ser signo de un daño en el sistema nervioso.

En los mamíferos, los componentes del arco reflejo son:

- Receptor:** estructura nerviosa que transforma la energía de un estímulo (química, mecánica, calórica u otra) en un impulso nervioso. Existen receptores en la piel, en los órganos de los sentidos, en las vísceras, en los músculos y tendones.
- Nervio periférico aferente:** formado por axones que conducen los impulsos nerviosos hacia el centro de integración, al que ingresan por las raíces dorsales de la médula espinal o por los nervios craneales.
- Centro de integración:** es uno de los componentes del sistema nervioso central.
- Nervio periférico eferente:** compuesto por axones que conducen los impulsos nerviosos desde el centro de integración hacia los músculos o glándulas. Salen por las raíces ventrales de la médula espinal o por los nervios craneales motores de los núcleos motores del tronco encefálico correspondientes.
- Efecto:** efectúa o ejecuta la respuesta a los estímulos. Puede ser músculo liso, cardíaco o glándula en el caso de los reflejos viscerales; o músculo estriado para las respuestas somáticas.

2. Control reflejo de la respiración

El control, mediante reflejos, de la frecuencia e intensidad de la respiración permite mantener las presiones de O_2 y CO_2 normales y el valor del pH del líquido extracelular. Analizaremos ahora algunos de los componentes de su arco reflejo:

a. Receptores

Detectan cambios en las presiones parciales de O_2 y CO_2 , el grado de distensión muscular y pulmonar y la concentración de iones H^+ o pH.

• Quimiorreceptores centrales

Se ubican en el bulbo raquídeo y son capaces de detectar cambios de pH en el líquido cefalorraquídeo. Frente a una disminución del pH (acidificación), los quimiorreceptores estimulan a las neuronas inspiratorias. Por el contrario, el alza del pH (alcalinización) produce su inhibición. Estos quimiorreceptores miden indirectamente los cambios en la pCO_2 .

• Quimiorreceptores fuera del sistema nervioso central

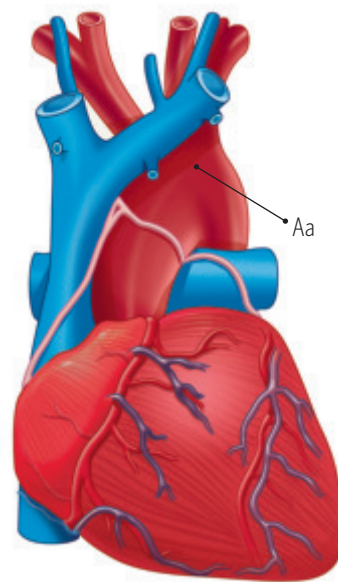
Se ubican en los senos carotídeos y en el arco aórtico. Son los únicos quimiorreceptores que miden directamente la pO_2 , además de monitorear los niveles de pCO_2 y de pH sanguíneos.

Otros receptores también envían información a los centros respiratorios, por ejemplo:

- **Receptores de estiramiento** de los músculos respiratorios y en el tejido pulmonar. Cuando se activan, generan un reflejo inhibitorio sobre el centro inspiratorio.
- **Receptores en la piel** que responden a estímulos de contacto, temperatura y dolor.

Inter@ctividad

- Ingresa a <http://www.educarchile.cl/ech/pro/app/detalle?id=178496>. Encontrarás actividades que te permitirán obtener información sobre la organización general del sistema nervioso y generar una explicación respecto a la precisión en la transmisión de las señales nerviosas.



▲ Arco aórtico (Aa).

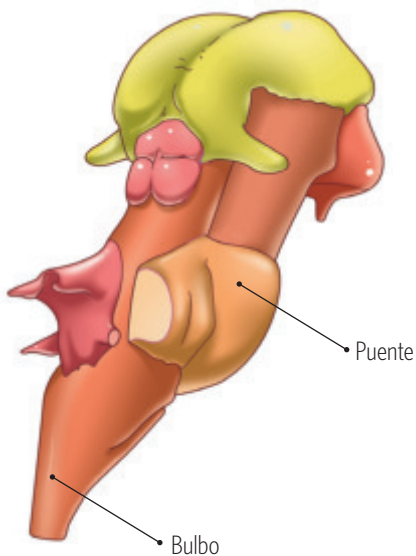
b. Nervios periféricos aferentes

Los receptores envían su información mediante los **nervios glossofaríngeo** (IX par craneal) y **vago** (X par craneal).

c. Centros de integración

Aunque puede ser influido por el control de la corteza cerebral, el proceso automático e involuntario de la respiración es controlado por el **centro respiratorio** compuesto por redes neuronales distribuidas en el **bulbo raquídeo** y la **protuberancia anular o puente**.

Los centros respiratorios bulbares generan y controlan los impulsos nerviosos que determinan la frecuencia de los movimientos respiratorios. Neuronas del **centro inspiratorio del bulbo raquídeo** controlan la **frecuencia respiratoria basal**, es decir, el ritmo respiratorio en reposo. Cuando se activan, envían impulsos nerviosos al diafragma causando su contracción y, por lo tanto, la inspiración; y cuando se inactivan, se produce la espiración. Cuando se realizan actividades que requieran una mayor intensidad y frecuencia respiratoria, como el ejercicio físico, se estimulan neuronas del **centro espiratorio del bulbo** que controlan a los músculos accesorios de la respiración, como los intercostales. En la **protuberancia anular** se encuentran dos grupos de neuronas que forman el **centro apnéustico** y el **centro neumotáxico**. La activación del centro apnéustico provoca una inspiración más larga. Al contrario, las neuronas del centro neumotáxico inhiben la inspiración.

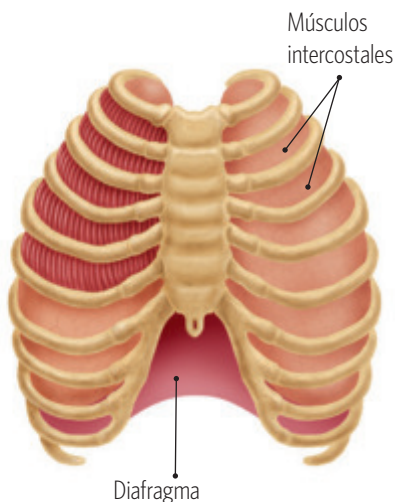


d. Nervios periféricos eferentes

La información motora es enviada mediante el **nervio frénico**, que inerva al diafragma. Participa tanto en la respiración normal como en la forzada, además en los reflejos de la tos y de la defecación.

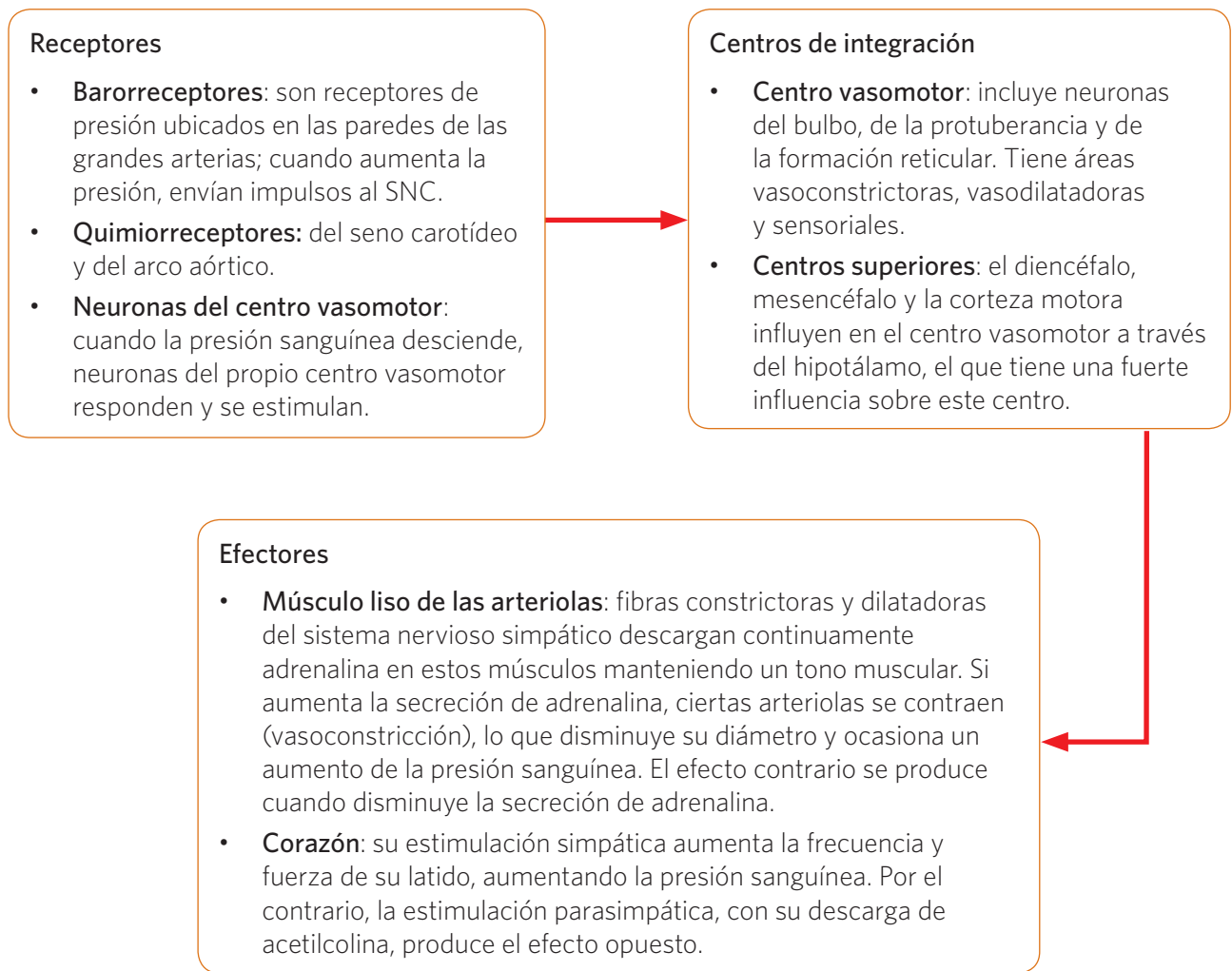
e. Efector

Los principales músculos respiratorios son el **diafragma**, un músculo estriado con forma de bóveda que separa la cavidad abdominal de la torácica, y los **intercostales**. Su contracción, principalmente la del diafragma, causa un aumento del volumen de la caja torácica y con ello una disminución de la presión de aire en relación con la presión atmosférica. Como resultado, el aire ingresa por las vías respiratorias hasta los pulmones. La relajación de estos músculos produce el efecto contrario.



3. Control reflejo de la presión sanguínea

Una presión sanguínea adecuada a las diferentes condiciones fisiológicas, permite que la sangre llegue a todos los órganos. El año anterior revisaste su control endocrino, ahora veremos cómo el sistema nervioso autónomo regula la circulación por medio de un mecanismo de control muy rápido.



Antes de seguir, utiliza lo aprendido

1. ¿Cuál es la diferencia entre los siguientes pares de términos: reflejo-arco reflejo, receptor-efector y nervio periférico aferente-nervio periférico eferente?
2. ¿Por qué los reflejos ayudan a mantener la homeostasis? Ejemplifica.
3. Revisa la lección 2 y encuentra los centros integradores para los siguientes reflejos: tos, dilatación de la pupila, vómito, movimiento de los ojos y tiritar cuando hace frío.
4. ¿Qué importancia tiene el sistema nervioso autónomo en la ejecución de los reflejos?
5. Identifica la unión neuromuscular en la imagen de arco reflejo rotuliano (página 80) e indica su función en el ejemplo dado.

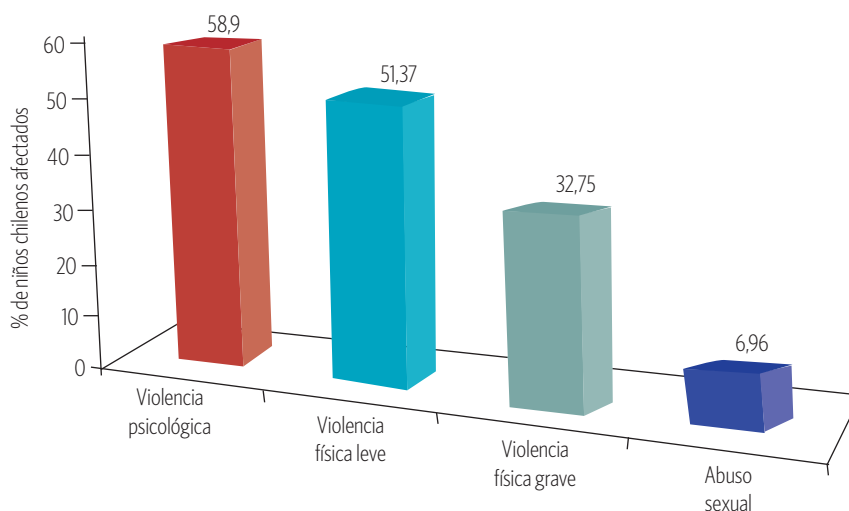


El efecto del maltrato sobre el cerebro

La violencia intrafamiliar es cualquier tipo de abuso de poder reiterado, de parte de un miembro de la familia sobre otro; este abuso incluye maltrato físico, psicológico o de cualquier otro tipo. En Chile es reconocida como un problema público y de seguridad ciudadana, y uno de los delitos de mayor importancia social. El maltrato infantil

es una de sus manifestaciones más importantes, pues constituye una vulneración a los derechos de niños y adolescentes: cualquier acción u omisión que les produzca o les pueda producir un daño, que amenace o altere su desarrollo normal, es considerado como maltrato físico, maltrato psicológico o abuso sexual.

Gráfico 1: Prevalencia por tipo de violencia en niños.



Fuente: Encuesta Nacional de Victimización, Ministerio del Interior, 2008.

Del gráfico se desprende que el tipo más común de violencia que manifiestan haber experimentado los niños en nuestro país es la violencia psicológica. En un porcentaje levemente inferior está la violencia física leve. De acuerdo a los resultados de esta encuesta, más de la mitad de los niños entrevistados indican haber sufrido alguna vez en su vida alguno de estos tipos de violencia.

El maltrato a una edad temprana puede tener consecuencias psicológicas y neurológicas irreversibles, ya que el cerebro humano continúa desarrollándose durante la niñez, la adolescencia e incluso el período adulto. En este sentido, las experiencias traumáticas o de estrés crónico durante el desarrollo pueden afectar al menor tanto física como cognitivamente. Se ha comprobado que el maltrato infantil puede producir cambios que afectan principalmente a neurotransmisores,

hormonas neuroendocrinas y proteínas que regulan el crecimiento, la diferenciación, reparación y sobrevivencia de las neuronas, muy implicados en el desarrollo normal del cerebro.

Como consecuencia, se ha observado, entre otras, la pérdida acelerada de neuronas, retrasos en el proceso de mielinización e inhibición en la neurogénesis. En la tabla 2 se resumen algunas de las alteraciones en las zonas cerebrales que regulan las funciones ejecutivas en niños maltratados.

Tabla 2: Principales cambios observados en estructuras cerebrales, como consecuencia del maltrato infantil.

Estructura	Cambios observados
Hipocampo: vinculado al funcionamiento de la memoria y el aprendizaje.	Mujeres con historial de abusos sexuales o de maltrato infantil han mostrado un volumen hipocampal menor que mujeres sin antecedentes previos.
Amígdala: vinculada a la consolidación de la memoria a largo plazo y al aprendizaje emocional, especialmente en las respuestas al miedo.	En mujeres sometidas a abusos sexuales en la infancia se ha detectado una mayor activación de la parte izquierda de la amígdala.
Estructuras cerebelares: encargadas del control motor, del equilibrio y postura del cuerpo.	En niños maltratados se ha observado una disminución en el volumen del cerebelo.
Cuerpo caloso: conecta ambos hemisferios cerebrales permitiendo su integración funcional.	En niños maltratados y abusados sexualmente se ha observado una disminución significativa del tamaño del cuerpo caloso.
Corteza cerebral: responsable de los movimientos voluntarios y de las sensaciones, además del aprendizaje, la memoria y el lenguaje, entre otras.	Niños maltratados han mostrado un menor desarrollo del hemisferio izquierdo y también un menor volumen cerebral que niños sin antecedentes previos.

Fuente: Mesa-Gresa, Py Moya-Albiol, L. (2011). Neurobiología del maltrato infantil: el 'ciclo de la violencia'. *Revista de Neurología*, 52(8), 489-503.

Los menores que han sufrido maltratos muestran un mayor riesgo de presentar conductas antisociales y violentas durante la adultez, y se convierten en padres maltratadores. Este fenómeno se ha denominado 'ciclo de la violencia'. Es evidente que en la base del desarrollo de conductas agresivas confluyen distintos factores, tanto ambientales como biológicos. Por

ejemplo, se ha demostrado que la hipoactivación de la corteza frontal de niños maltratados, junto a la hiperactivación de la amígdala, producen un bajo control de impulsos, estallidos de agresividad y falta de sensibilidad personal, que predisponen a la conducta agresiva y violenta.

Actividad

1. Considerando la información presentada en el gráfico, ¿qué debiera ocurrir con los niveles de violencia y maltrato infantil en la siguiente generación de chilenos? Fundamenta.
2. ¿Qué características ambientales son adecuadas para el buen desarrollo del sistema nervioso de los niños?
3. Si un adolescente fue víctima de maltrato durante su infancia, ¿cómo podrían ser sus relaciones afectivas y su rendimiento académico? Explica cada predicción.
4. Explica qué significa el "ciclo de la violencia" y propón cambios personales, familiares o sociales que ayuden a detenerlo.



Organiza lo que sabes

Revisa en tu cuaderno el organizador gráfico que creaste en la sección Evalúo mi progreso anterior, y utilízalo como base para diseñar un nuevo organizador. Incluye en él, al menos, siete de los conceptos de la siguiente lista. Esta vez, hazlo en una cartulina o papelógrafo, para que lo puedas exponer y discutir con tus compañeros.

arco reflejo

ley del todo o nada

potencial de reposo

efector

centro de integración

nervios aferentes

receptor

reflejo

despolarización

nervios eferentes

neurotransmisor

sinapsis

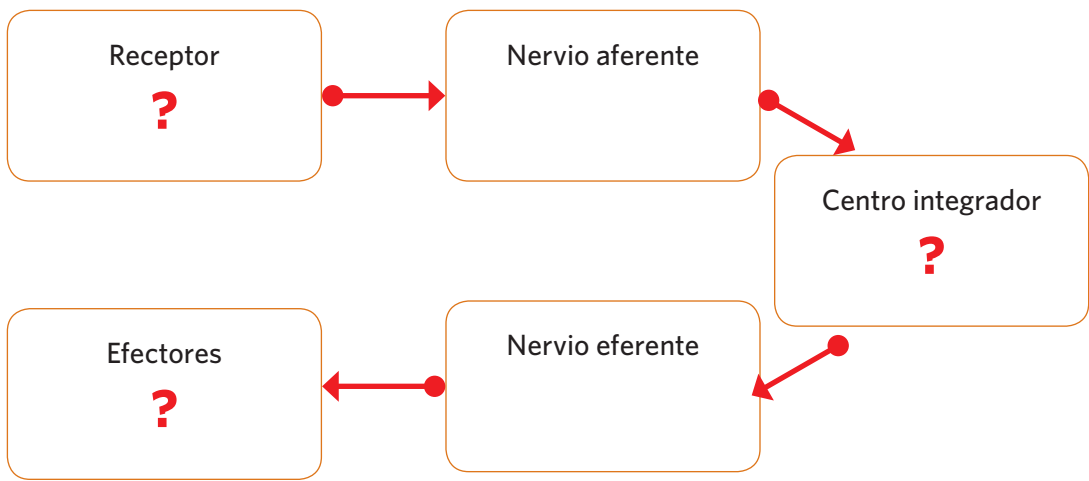
impulso nervioso

potencial de acción

unión neuromuscular

Evaluación de proceso

1. Con respecto al funcionamiento de la membrana del axón, contesta: (6 puntos).
 - a. ¿Es lo mismo potencial de acción que impulso nervioso? Explica.
 - b. ¿Qué significa que el impulso nervioso cumpla la ley del todo o nada?
 - c. Indica por etapas cómo se produce la conducción del impulso nervioso.
 - d. ¿Qué componente de la membrana consume ATP? ¿Cuál es la función e importancia de este componente para que pueda producirse un potencial de acción?
 - e. ¿Qué sucedería con la conducción del impulso nervioso si una sustancia inhibe la apertura de los canales de Na^+ con puerta?
 - f. ¿En qué lugar, dentro o fuera del axón, está más concentrado el Na^+ y el K^+ , cuando la neurona está polarizada y cuando está repolarizada?
2. Acerca de la sinapsis química responde: (5 puntos).
 - a. Ordena los eventos que ocurren desde que el impulso nervioso llega hasta el botón presináptico hasta que se produce el efecto en la neurona postsináptica.
 - b. ¿Cuál es el principal neurotransmisor liberado en las uniones neuromusculares?, ¿qué efecto produce?, ¿qué ocurre si no es degradado o recapturado?
3. Copia en tu cuaderno dos veces el modelo de arco reflejo que aparece en la página 87 y complétalo de acuerdo con las siguientes situaciones, en los recuadros indicados. (6 puntos).
 - a. Un joven llega a casa luego de 8 horas sin haber ingerido alimento. Al entrar percibe el olor de la comida que más le gusta y siente que "se le hace agua la boca". ¿Cuál es la causa de que se active en este caso el proceso de salivación?
 - b. Una persona va conduciendo por la carretera hacia otra ciudad. Luego de algunas horas de recorrido se hizo de noche, sin embargo, aunque no había gran cantidad de luz, lograba ver el camino. ¿Qué proceso ocurre en la visión para adaptarse a un medio con menos luz?



Me evalúo

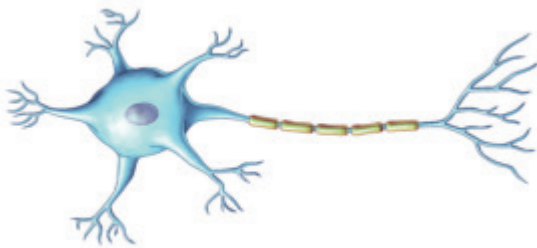
Con las indicaciones que te dé el profesor, cuenta los puntos que obtuviste en cada indicador. Luego, reflexiona acerca de tu progreso en la comprensión de los contenidos y marca con un ✓ el color que corresponda.

Indicador	Preguntas	Puntos obtenidos	Mi apreciación
Aplicar el conocimiento de las cualidades de la membrana plasmática en la explicación de los fenómenos eléctricos que se producen en las neuronas.	1	____/6	<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100px;"> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: red;"></div> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: green;"></div> </div>
Explicar cómo se conectan las neuronas en los diferentes tipos de sinapsis.	2	____/5	<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100px;"> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: red;"></div> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: green;"></div> </div>
Describir la organización y función de un arco reflejo, aplicado en la regulación e integración de funciones sistémicas.	3	____/6	<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100px;"> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: red;"></div> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: green;"></div> </div>

- Debo revisar cómo estoy estudiando y buscar nuevas estrategias.
- Necesito repasar algunos contenidos.
- Mi estrategia de estudio es apropiada. Puedo seguir avanzando en la unidad.

Lección 1: ¿Qué células forman el tejido nervioso?

- El tejido nervioso está formado por neuronas y células gliales. Las primeras son su unidad estructural y funcional, mientras que las segundas cumplen funciones auxiliares, como el soporte mecánico y nutrición.
- En una neurona típica se reconocen: soma o cuerpo neuronal, que tiene cualidades propias de una alta síntesis proteica; dendritas, proyecciones cortas y ramificadas del soma que contienen los botones postsinápticos; axón, proyección generalmente única del soma especializada en la conducción del impulso nervioso cuyo extremo se ramifica para formar la terminal axónica, que contiene los botones presinápticos.
- Las neuronas comúnmente son clasificadas según el número de prolongaciones que emergen del soma o según su función.



Identifica en el esquema las dendritas, el soma y el axón.

Lección 2: ¿Cómo se organiza y funciona nuestro sistema nervioso?

- El sistema nervioso (SN) controla la homeostasis y, además, capta y procesa la información ambiental, lo que permite al cuerpo actuar con armonía y eficiencia frente a cambios tanto del medio interno como del ambiente.
- Aunque funciona como una unidad, para su análisis se distinguen dos grandes divisiones: sistema nervioso central (SNC) y sistema nervioso periférico (SNP).

- El SNC es el centro integrador de respuestas; lo forman la médula espinal y el encéfalo. Está protegido por estructuras óseas, las meninges y el líquido cefalorraquídeo.



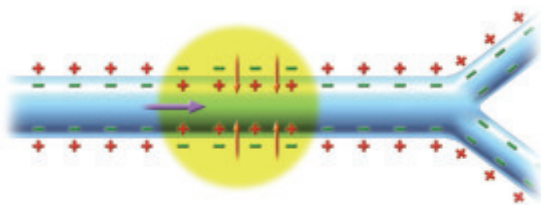
A medida que se asciende por el SNC, ¿aumenta o disminuye la complejidad de las respuestas generadas por sus estructuras? Ejemplifica.

- La médula espinal es un centro elaborador de reflejos y conduce impulsos nerviosos desde y hacia el encéfalo.
- El encéfalo es el centro elaborador de respuestas reflejas, voluntarias y de procesos superiores, como el lenguaje, la coordinación motora, el aprendizaje, la atención y la memoria. Está integrado por el tronco encefálico, el cerebelo y el cerebro.
- El SNP está formado por ganglios y por nervios, ubicados fuera del SNC, pero conectados a él. Su función es transmitir información sensitiva hacia el SNC e información motora desde este hasta los músculos y glándulas. Sus divisiones son: sistema nervioso somático (SNS) y sistema nervioso autónomo (SNA).

- El SNS, formado por los nervios craneales y espinales, conecta al SNC con la musculatura estriada y con receptores distribuidos en el cuerpo.
- El SNA es independiente del control de la corteza cerebral, regulándose a sí mismo. Es responsable del movimiento de las vísceras y de la musculatura lisa, así como de la actividad de las glándulas exocrinas y algunas endocrinas. Su centro de control es el hipotálamo, el que controla las divisiones simpática y parasimpática, mientras que la división entérica, encargada de controlar la motilidad intestinal, es independiente.
- La división simpática actúa frente a situaciones de alerta, mientras que la división parasimpática vuelve al organismo a la condición de reposo y menor consumo de energía.

Lección 3: ¿Por qué las neuronas pueden conducir un impulso nervioso?

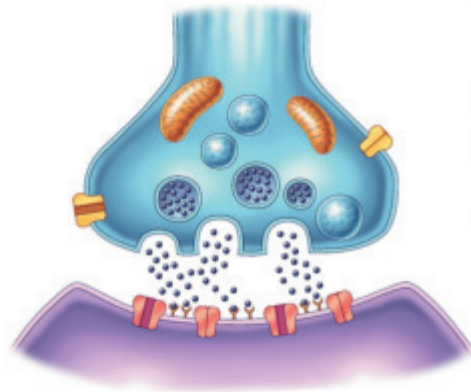
- Gracias a las particularidades de la membrana del axón, es posible que la neurona se despolarice y conduzca un potencial de acción. En el proceso intervienen bombas de sodio-potasio, canales iónicos con puerta activados por voltaje para los iones de Na^+ y K^+ , cuyas concentraciones y desplazamientos hacia uno u otro lado de la membrana determinan el estado de la neurona: polarizada, despolarizada o repolarizada.



Si la membrana celular de todas las células comparte la misma estructura y organización, entonces ¿por qué solo la de las neuronas puede transmitir impulsos nerviosos?

Lección 4: ¿Cómo se comunican las neuronas?

- La sinapsis es la unión que permite la comunicación de las neuronas entre sí o con los tejidos efectores, tales como músculos o glándulas. Pueden ser eléctricas o químicas, siendo la unión neuromuscular un subtipo de estas.



Si una sustancia inhibe la actividad de la acetilcolinesterasa, ¿qué consecuencias tiene esto en la actividad muscular? A partir de tu respuesta, infiere los procesos por los cuales las drogas pueden excitar o inhibir el funcionamiento del SNC.

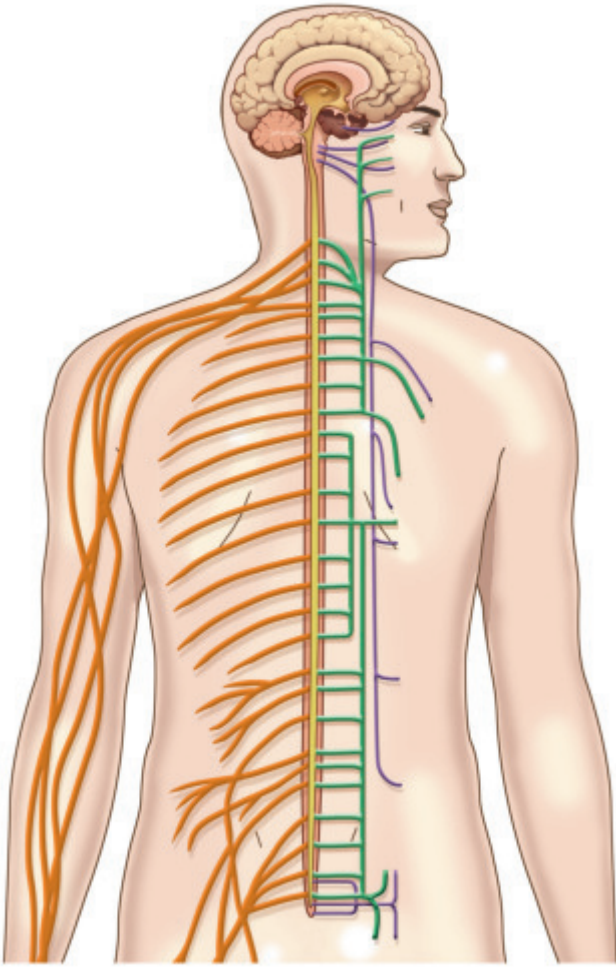
Lección 5: ¿Cómo se producen los reflejos?

- Los reflejos son respuestas musculares rápidas e involuntarias que se desarrollan ante situaciones de riesgo. A cada reflejo le corresponde un arco reflejo, un circuito formado por un órgano sensitivo, una vía aferente, un centro de integración, una vía eferente y un efector, todos conectados mediante sinapsis.
- Gracias a respuestas reflejas, como la variación de la frecuencia respiratoria o del diámetro de las arteriolas, el organismo mantiene la homeostasis.

Busca en Internet esquemas de la teoría de la comunicación y establece analogías con un arco reflejo.

Utiliza lo aprendido durante esta unidad para contestar las siguientes preguntas.

1. Indica en la imagen la ubicación de las siguientes estructuras, y relacionalas con la división del sistema nervioso a la que pertenecen (12 puntos).
 - a. Nervios craneales
 - b. Hemisferio cerebral
 - c. Nervios espinales
 - d. Diencéfalo
 - e. Médula espinal
 - f. Tronco encefálico
 - g. Cerebelo
 - h. Nervios simpáticos y parasimpáticos

Sistema nervioso periférico	Sistema nervioso	Sistema nervioso central
		

2. Completa en tu cuaderno la siguiente tabla con, al menos, dos funciones de cada estructura o división del sistema nervioso. (16 puntos).

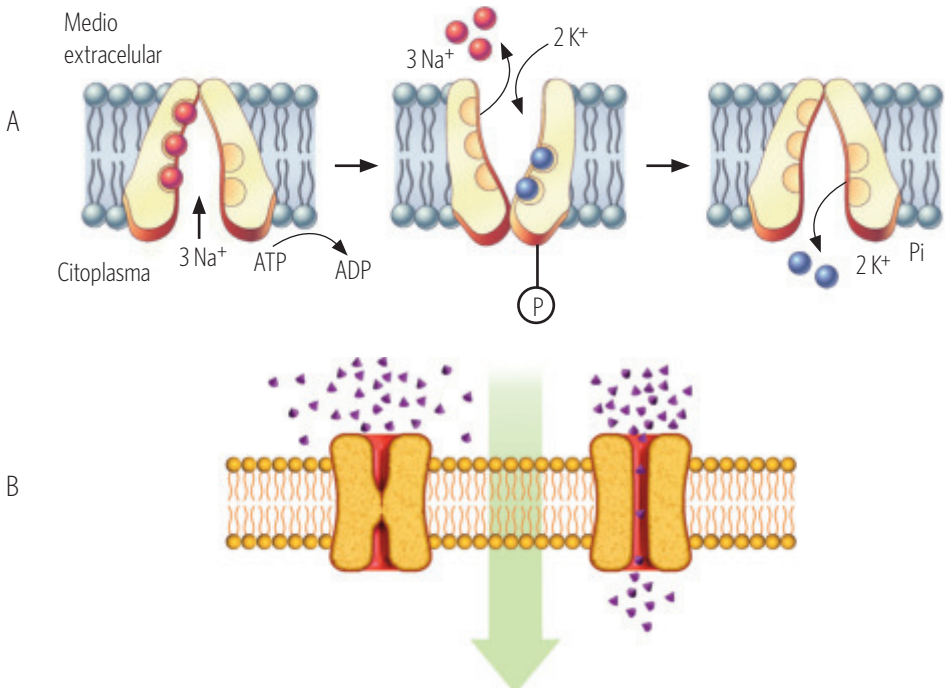
Estructura	Funciones	Estructura	Funciones
Corteza cerebral		Sistema nervioso somático	
Diencéfalo		Sistema nervioso entérico	
Tronco encefálico		Sistema nervioso simpático	
Médula espinal		Sistema nervioso parasimpático	

3. Completa un cuadro en tu cuaderno con las funciones de las siguientes estructuras neuronales: axón, dendritas, soma, nódulos de Ranvier y terminal axónica, y luego responde las preguntas: (8 puntos).

- a. ¿Existe relación entre la morfología de las neuronas y su función? Explica, considerando la clasificación de las neuronas según el número de prolongaciones que emergen del soma.
- b. ¿Qué otros criterios se usan para clasificar este tipo de células?

4. ¿Por qué las glías son indispensables para el funcionamiento de las neuronas? Clasifica este tipo celular de acuerdo con un criterio de clasificación establecido por ti (4 puntos).

5. Identifica, clasifica y describe los procesos de transporte representados y su utilidad para el funcionamiento de la neurona. (6 puntos).



Evaluación final de Unidad

6. Observa los siguientes gráficos y responde las preguntas planteadas a continuación: (10 puntos).

Gráfico 1:

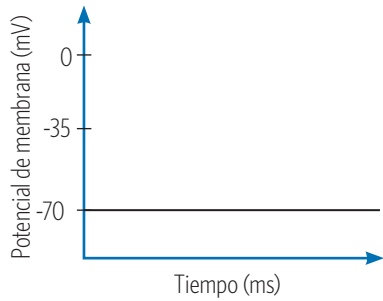


Gráfico 2:

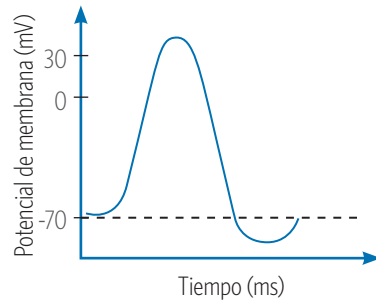
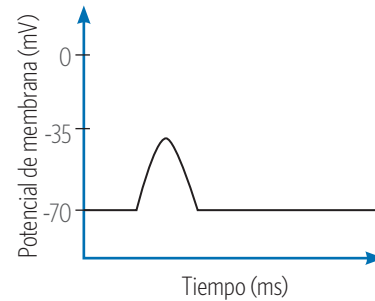
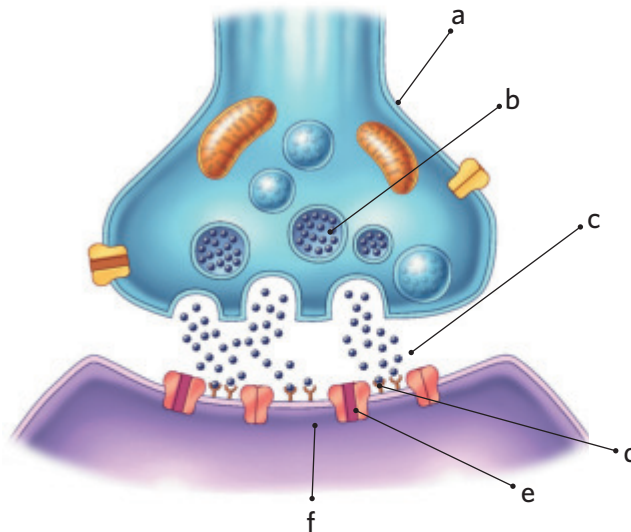


Gráfico 3:



- ¿Qué variables se representan en los gráficos?
 - Rotula los gráficos con los siguientes nombres: "Despolarización inicial, sin alcance del umbral", "Impulso nervioso", "Potencial de membrana en reposo", según corresponda.
 - ¿Por qué en el gráfico 3 la despolarización alcanza solo los -35 mV?
 - Señala en qué condiciones, abiertos o cerrados, es posible encontrar los canales iónicos activados por voltaje en cada uno de los gráficos.
7. A partir de la imagen, responde: (6 puntos).
- Escribe los nombres de los elementos indicados.
 - ¿Qué tipo de sinapsis se ilustra?, ¿cómo la distingues de otros tipos de sinapsis?
 - ¿Cómo es evitada la excitación constante de la neurona postsináptica?



8. En relación con el arco reflejo, responde: (12 puntos).
- ¿Cuáles son las estructuras que lo componen?
 - ¿Qué características tienen las respuestas desencadenadas por un arco reflejo?
 - ¿Qué importancia tiene este tipo de respuestas para los seres vivos?
 - Explica los trastornos que podría sufrir una persona si los receptores del seno carotídeo y del arco aórtico están alterados, de tal manera que son menos sensibles que lo normal a los estímulos a los que responden.

Me evaluó

Con las instrucciones que te dé el profesor, cuenta los puntos que obtuviste en cada indicador. Luego, reflexiona acerca de tu progreso en la comprensión de los contenidos y marca con un ✓ el color que corresponda. En caso de que no obtengas el rango de puntuación máxima, solicita a tu profesor que te facilite la actividad de nivelación acorde a tu logro.

	Indicador	Preguntas	Puntos obtenidos	Puntos obtenidos	Puntos obtenidos
1	Describir las células que constituyen el tejido nervioso.	1 y 2	16 o menos	17 a 23	24 o más
2	Describir la organización y función de los órganos y estructuras que componen el sistema nervioso humano.	3 y 4	7 o menos	8 a 9	10 o más
3	Aplicar el conocimiento de las cualidades de la membrana plasmática en la explicación de los fenómenos eléctricos que se producen en las neuronas.	5 y 6	9 o menos	10 a 13	14 o más
4	Explicar cómo se conectan las neuronas en los diferentes tipos de sinapsis.	7	3 o menos	4	5 o 6
5	Describir la organización y función de un arco reflejo, aplicado en la regulación e integración de funciones sistémicas.	8	7 o menos	8 o 9	10 o más

■ Por lograr
 ■ Logrado parcialmente
 ■ Logrado totalmente

Unidad

3

Sensación y percepción

Imagina cuáles pueden ser las sensaciones del bebé de la fotografía al sentir las caricias en sus pies. ¿Crees que sentir cariño influirá en su desarrollo? Ahora piensa en lo que sientes cuando alguien que te quiere, te abraza. ¿Te imaginas no poder sentir?

Mediante los sentidos nuestro cerebro se relaciona con el resto del cuerpo, así como nosotros con el mundo. En esta unidad aprenderás acerca del funcionamiento e importancia de los sentidos, especialmente de la visión.

¿Qué piensas?

Reúnete con tres compañeros y discute las siguientes preguntas. Luego, un representante del grupo comunicará sus conclusiones ante el curso.

- ¿Crees que el ambiente en el que se cría a un niño influye en su desarrollo emocional e intelectual?, ¿por qué?
- Según tu opinión, ¿cuál es el sentido más importante?, ¿por qué?
- ¿Por qué es importante mantener actitudes de autocuidado para con nuestros órganos de los sentidos?



Aprenderás a ...

Lecciones

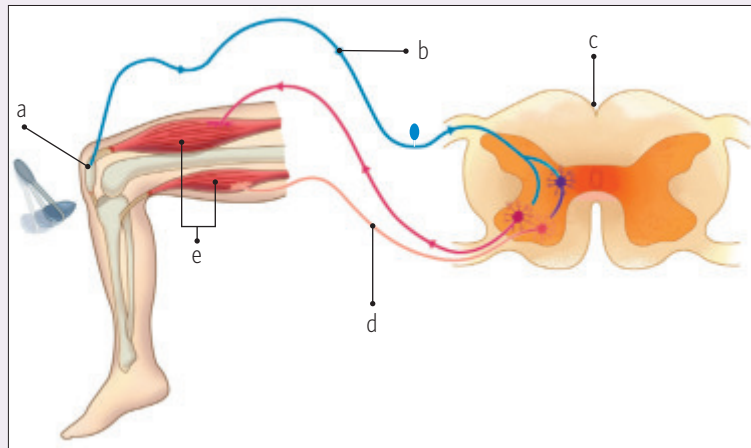
- | | | |
|--|---|---|
| 1 ¿Cómo captamos la información del medio? | — | Describir la función, tipos y cualidades de los receptores. |
| 2 ¿Qué estructuras componen nuestros ojos? | — | Describir los tipos de ojos y las estructuras que los componen. |
| 3 ¿Cómo se produce la visión? | — | Explicar cómo la organización de las estructuras oculares, y las vías nerviosas asociadas a ellas, hacen posible la visión. |
| 4 ¿Cómo podemos escuchar? | — | Describir la función y organización de las estructuras auditivas, y cómo sus receptores transforman la energía del sonido en un impulso nervioso. |
| 5 ¿Cómo actúan las drogas en el sistema nervioso? | — | Explicar cómo las drogas actúan en la sinapsis y, como consecuencia, producen alteraciones en la actividad del sistema nervioso y, por lo tanto, en las capacidades, en la conducta y en la inserción social del individuo. |

¿Cómo captamos la información del medio?

► **Debes recordar:** Arco reflejo - Receptores

Trabaja con lo que sabes

1. Identifica en la figura los cinco componentes de un arco reflejo.
2. ¿Cuál es la función e importancia del componente marcado con la letra a?, ¿qué otras estructuras con una función semejante identificas en nuestro cuerpo?



▲ Arco reflejo.

Propósito de la lección

¿Cómo es posible que percibas un roce o un sonido o que sientas una disminución del O_2 en la sangre? En esta lección aprenderás acerca de la función de los receptores sensoriales, formas de clasificarlos, cualidades y la manera en que su actividad influye en la sensación y en la percepción.

Apunte

Sensación: información que obtenemos por medio de nuestros sentidos a partir de un estímulo externo o interno, que puede hacerse consciente o inconsciente.

Percepción: una función superior del cerebro, mediante la cual logra seleccionar, organizar e interpretar las sensaciones que recibe por medio de los sentidos.

1. Función de los receptores sensoriales

Los **receptores sensoriales** son estructuras especializadas en captar **estímulos** o perturbaciones del medio que son relevantes para la sobrevivencia. Los receptores son **transductores**, pues transforman la energía de los estímulos en potenciales de acción. Los impulsos nerviosos que se generan son conducidos por las vías aferentes hasta el sistema nervioso central, el cual procesa la información y genera sensaciones, percepciones y controla el movimiento y la homeostasis. Gracias a este proceso, se producen las distintas cualidades de la sensación o **modalidades sensoriales**.

2. Clasificación de los receptores

La complejidad de los receptores de nuestra especie va desde simples células hasta órganos. En las siguientes tablas se clasifican los receptores según distintos criterios y se presentan asociados de acuerdo con las modalidades sensoriales.

Tabla 1: Clasificación de los receptores según el tipo de estímulos.

Termorreceptores	Responden a variaciones de la temperatura.
Fotorreceptores	Detectan estímulos luminosos.
Mecanorreceptores	Responden a variaciones de presión y movimiento mecánico.
Nociceptores	Detectan estímulos nocivos para el organismo (como fuerzas bruscas o cambios drásticos de la temperatura o aquellos que producen dolor).
Quimiorreceptores	Captan estímulos químicos (como las variaciones de los gases respiratorios).

Tabla 2: Clasificación de los receptores según su funcionalidad.

Interorreceptores	Captan información del medio interno.
Propiorreceptores	Informan de la orientación del cuerpo en el espacio y de la posición de las extremidades.
Exterorreceptores	Informan sobre el ambiente externo.

Tabla 3: Principales modalidades sensoriales de los mamíferos.

Modalidad	Estímulo	Tipo de receptor según la:		Tejido u órgano receptor
		Naturaleza del estímulo	Funcionalidad	
Visión	Ondas visibles de luz	Fotorreceptor	Exterorreceptor	Retina
Audición	Ondas de presión del aire (mecánico)	Mecanorreceptor	Exterorreceptor	Cóclea
Equilibrio	Movimiento de la cabeza (mecánico)	Mecanorreceptor	Propiorreceptor	Órgano vestibular
Tacto	Mecánico	Mecanorreceptor	Exterorreceptor	Piel
Presión	Mecánico	Mecanorreceptor	Exterorreceptor	Piel
Frío o calor	Térmico	Termorreceptor	Exterorreceptores e interorreceptores	Piel e hipotálamo
Dolor	Varios (en su mayoría químicos)	Nociceptor	Exterorreceptores e interorreceptores	Piel y órganos
Gusto	Químico	Quimiorreceptor	Exterorreceptor	Lengua y faringe
Olfato	Químico	Quimiorreceptor	Exterorreceptor	Mucosa olfatoria
Presión sanguínea	Mecánico	Mecanorreceptor	Interorreceptores	Vasos sanguíneos
Estiramiento	Mecánico	Mecanorreceptor	Propiorreceptor	Huso muscular
Tensión	Mecánico	Mecanorreceptor	Propiorreceptor	Órgano tendinoso
Glucosa	Químico	Quimiorreceptor	Interorreceptor	Hipotálamo
Oxígeno arterial	Químico	Quimiorreceptor	Interorreceptor	Cuerpo carotídeo



- ▲ Cuando olemos, quimiorreceptores en la nariz se encargan de traducir el estímulo a un lenguaje que el sistema nervioso sea capaz de entender.

3. ¿Cómo responden los receptores?

Cuando los estímulos alcanzan un nivel de intensidad mínima, llamada **umbral de excitación**, provocan cambios en la permeabilidad de la membrana de las células del receptor, generándose un **potencial de receptor**. A partir de este pueden producirse potenciales de acción que se propagan, como impulsos nerviosos, por las vías aferentes que conectan a los receptores con regiones específicas del sistema nervioso central, donde se producirá la sensación y, eventualmente, la percepción.

Por ejemplo, sentimos el olor de las cosas porque de ellas se desprenden muchísimas moléculas, algunas de las cuales son captadas por nuestros receptores olfatorios. Si lo hacen en una cantidad suficiente para alcanzar el umbral de excitación, las células receptoras producirán un potencial de receptor e impulsos nerviosos llegarán hasta el área olfativa primaria de la corteza cerebral, en el lóbulo temporal.

Aquí CIENCIA

CIPA

Ana tiene cinco años y parece estar sana mientras juega con sus amigos, salvo que no suda como ellos y no manifiesta molestia por los fuertes golpes que recibe al caer. Ana sufre de una enfermedad llamada CIPA (insensibilidad congénita al dolor con anhidrosis) que la hace insensible al dolor, a la presión y a la temperatura, por lo que no siente calor y no suda (anhidrosis). Por lo tanto, está más propensa a sufrir lesiones (pues no conoce el dolor) infecciones y daños cerebrales, debido a su incapacidad de regular su temperatura.

Actividad 1

Inferir sobre...

Causas y consecuencias de CIPA

1. ¿Qué componentes del arco reflejo pudieran estar alterados en esta enfermedad? Explica.
2. Explica cómo los cuidados que deben tomar los padres de Ana para protegerla pueden afectar su desarrollo normal.

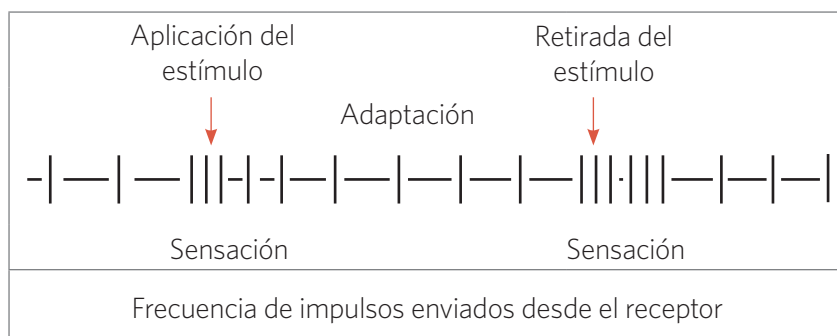
Inter@ctividad

- Ingresa al sitio www.recursostic.cl/lbm098. Analiza la información que encuentres y prepara una presentación en la que expliques cómo funcionan los receptores lumínicos de los insectos y de qué les sirven sus antenas.

4. Cualidades de los receptores

Algunas de las cualidades que presentan las sensaciones y percepciones, como la intensidad y la localización, se explican por cómo los receptores responden ante determinados estímulos.

- a. **Adaptación:** De manera continua, los receptores están enviando señales al sistema nervioso central, pero lo hacen en baja frecuencia. Cuando son estimulados, aumentan la frecuencia de emisión de impulsos y esta información es interpretada consecuentemente por el sistema nervioso central. La adaptación de los receptores ocurre cuando la estimulación se prolonga en el tiempo y los receptores vuelven a enviar impulsos en la frecuencia original, previa a la estimulación. Esto explica, por ejemplo, por qué al entrar al agua fría percibes la sensación de frío, pero al cabo de un tiempo dejas de percibirla. Sin embargo, no todos los receptores se adaptan; por ejemplo, no lo hacen los nociceptores y los quimiorreceptores del cuerpo carotídeo que informan acerca de la cantidad de oxígeno en la sangre.



La intensidad con la que sientes y percibes un estímulo depende del número de impulsos por unidad de tiempo y del número de receptores estimulados. Mientras más alta es la energía del estímulo, mayor será la cantidad de impulsos que llegan al sistema nervioso central por unidad de tiempo, o mayor será el número de receptores estimulados, y más intensa será la sensación.

- b. **Especificidad:** Cada receptor responde a un solo tipo de estímulo. Este estímulo debe tener una intensidad mínima que le permita activar al receptor, es decir, alcanzar el **umbral de activación**. Una vez alcanzado el umbral, se genera un potencial de acción que es enviado al centro integrador de respuestas.

Para saber +

- Los receptores del tacto se caracterizan porque se adaptan muy rápido y porque tienen la cualidad de localización: son capaces de distinguir entre dos estímulos cercanos. Esta propiedad depende de la densidad de receptores presentes en un área de la piel.



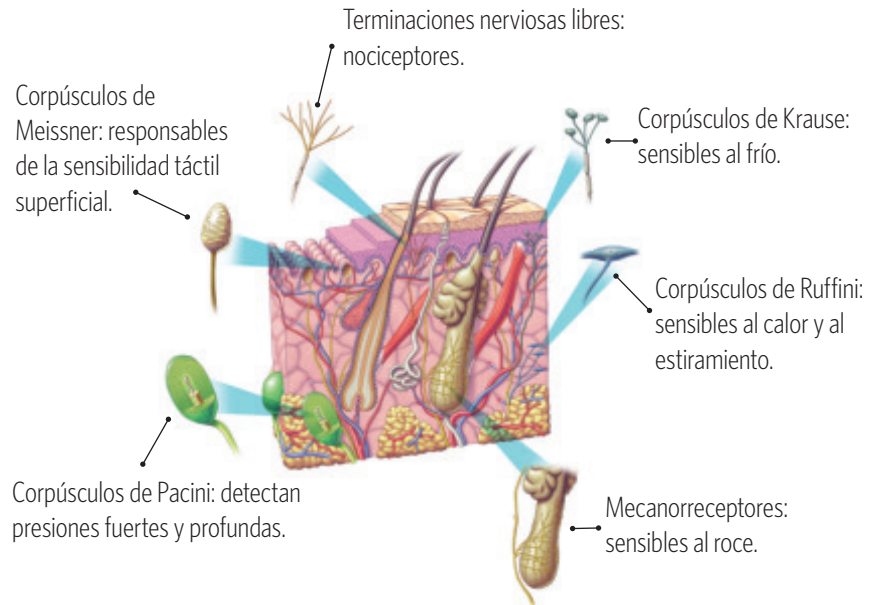
- ▲ Los nociceptores se activan por sustancias producidas cuando se dañan los tejidos o durante un proceso inflamatorio.



- ▲ El sistema Braille, basado en puntos en relieve, permite a las personas ciegas leer y escribir usando el tacto.

Minitaller

Obtención e interpretación de datos y planteamiento de inferencias



▲ Muchos de los estímulos que percibimos del medioambiente los recibimos mediante el sentido del tacto. Este se encuentra asentado en la piel, el órgano más extenso del cuerpo humano, el que contiene diversos tipos de receptores.

1. Junto con un compañero, realicen las siguientes actividades. Uno de ustedes será el examinador y el otro el examinado, y deben alternar los roles para que se puedan comparar las respuestas.
 - a. El examinador venda los ojos del estudiante examinado, que debe estar sentado, quieto y cómodo. Luego, toca la piel del compañero con la punta de un plumón delgado. El examinado, con otro lápiz, intenta identificar el punto exacto en el que fue estimulado.
 - b. Deben realizar la actividad anterior a lo menos ocho veces en distintas partes del cuerpo, como las palmas de las manos, las yemas de los dedos y el antebrazo.
 - c. Midan las distancias entre ambos puntos —señalados por cada integrante en cada estimulación— y anótenlas en una tabla, indicando los lugares del cuerpo donde se realizó cada estimulación.
 - d. En la siguiente actividad, el examinador toca al examinado en distintas partes del cuerpo con dos palitos de brocheta al mismo tiempo. Se comienza con los palitos juntos y se van separando de a poco en diferente medida, hasta que el examinado perciba dos puntos por separado.

- e. Repitan la actividad a lo menos cuatro veces en diferentes partes del cuerpo, como la yema de los dedos, el antebrazo y la espalda. En cada ocasión, midan la distancia a la que se perciben los dos puntos por separado y anótenlas en una tabla de datos.
2. Interpreten sus mediciones y respondan las siguientes preguntas:
 - a. Comparen las mediciones hechas en cada actividad y para cada sujeto. ¿Todos los receptores sensoriales de la piel se distribuyen de manera uniforme por toda la superficie del cuerpo? Explica.
 - b. ¿Por qué se produce incapacidad para localizar con exactitud un punto previamente estimulado?, ¿por qué esta precisión varía en distintas zonas del cuerpo?
 - c. Identifiquen los termorreceptores; ¿qué consecuencias en la sensación de la temperatura puede originar su ubicación a diferente profundidad?
 - d. ¿Que receptores fueron estimulados durante la actividad?

Antes de seguir, utiliza lo aprendido

1. Observa la imagen y responde:
 - a. Identifica tres modalidades sensoriales representadas.
 - b. Utiliza diferentes criterios para clasificar los receptores de las modalidades que identificaste.
2. Identifica y clasifica el receptor responsable de informar a tu SNC:
 - a. que tu vejiga está llena de orina.
 - b. que aumentó tu temperatura corporal.
 - c. que lo que levantaste es muy pesado.
 - d. que hay poco oxígeno en tu sangre.
 - e. que te picó una abeja.
3. ¿Cuándo las situaciones anteriores son una sensación y cuándo son una percepción? Fundamenta.
4. Explica por qué poco tiempo después de vestirte, dejas de percibir la ropa que usas.
5. ¿Por qué es importante que los nociceptores y los receptores del cuerpo carotídeo no se adapten?
6. ¿Cómo podrías explicar que al tocar un objeto sepamos simultáneamente cómo es su forma y si está frío o caliente?



¿Qué estructuras componen nuestros ojos?

► **Debes recordar: Fotorreceptores**

Trabaja con lo que sabes

Observa los animales de las fotografías y contesta las preguntas.

1. ¿Qué órgano visual te parece más complejo? Fundamenta.
2. Infiere qué información ambiental detectan con sus fotorreceptores estos animales.



▲ Manchas oculares de planaria, un tipo de gusano plano que habita en el fondo acuático.



▲ Ojo compuesto de una avispa, un activo insecto volador.

Propósito de la lección

Anteriormente aprendiste acerca de los diversos tipos de receptores, su funcionamiento y propiedades. En esta lección estudiaremos la visión, que es nuestro sentido principal, describiendo los tipos de ojos y las estructuras que los componen.

1. Tipos de ojos

Durante millones de años de evolución, los animales han desarrollado diferentes tipos de órganos de la visión. Los más simples, como las manchas oculares de las planarias, solo permiten detectar variaciones en la luminosidad. Los ojos de la mayoría de los invertebrados y vertebrados son mucho más complejos y pueden distinguir diferencias de tonalidad o color, luminosidad, forma, tamaño y distancia, entregando a los animales la información clave de su entorno para su sobrevivencia. Los ojos pueden ser de dos tipos: **compuestos** o **en cámara**. Cada especie los ha desarrollado con sus particularidades en respuesta a la manera en que se relaciona con su medio.



▲ Ojos compuestos de una mosca común.

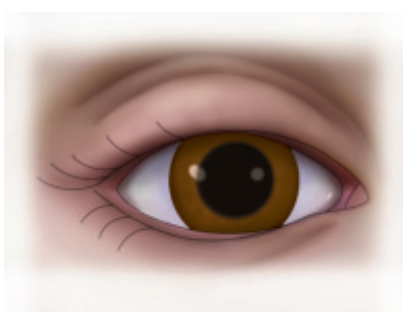
- a. **El ojo compuesto:** presente en insectos, arañas y algunos crustáceos. Está formado por la unión de muchos **ommatidios**; cada uno es una unidad sensorial independiente, con sus propios lentes y células fotorreceptoras. Se obtienen así múltiples imágenes, tantas como ommatidios existen en los ojos, por lo que se denomina **visión en mosaico**.

- b. **El ojo en cámara:** está presente en los moluscos cefalópodos, como pulpos y calamares, y en los vertebrados. A diferencia del ojo compuesto, tiene un único sistema de lentes que forman una sola imagen. La luz atraviesa distintas estructuras del ojo, como la córnea y el cristalino, y es refractada o desviada hasta llegar a las células fotorreceptoras ubicadas en la retina, que es un tejido fotosensible al fondo de la cámara ocular.

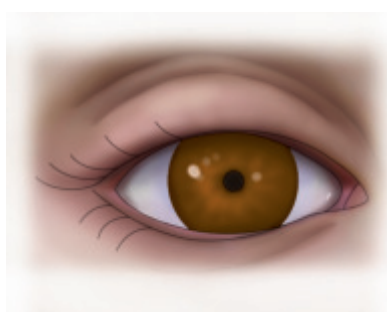
2. Componentes del ojo humano y estructuras anexas

El ojo humano es un ojo en cámara, tiene forma esférica de aproximadamente 2,5 cm de diámetro. El líquido en su interior ayuda a conservar su forma. La pared está formada por tres capas o túnicas: esclerótica, túnica vascular y retina. Presenta varias estructuras que dirigen la luz hacia los receptores que contiene y una vía nerviosa que conduce la información captada a la corteza visual del cerebro. Conoce su organización en la página 105.

1. **Cuerpos ciliares:** formados por musculatura lisa, sus funciones son: sostener el cristalino mediante los ligamentos suspensorios y modificar su forma, lo que permite enfocar objetos ubicados a distintas distancias. Además, producen el humor acuoso.
2. **Ligamentos suspensorios:** estructuras que nacen en los cuerpos ciliares y mantienen al cristalino en su posición.
3. **Iris:** es un músculo liso, plano, circular, pigmentado y con un agujero central llamado **pupila**. Regula la entrada de luz al globo ocular y está inervado por el sistema nervioso autónomo.
4. **Córnea:** es el primer lente del ojo: su transparencia se debe al orden de sus células y a la ausencia de capilares.
5. **Cámara anterior:** cavidad del globo ocular situada entre la córnea y el iris; contiene un líquido claro y transparente denominado humor acuoso.



▲ Midriasis.



▲ Miosis.

Mientras más dilatada esté la pupila (midriasis), más luz ingresará al ojo; esto es útil cuando hay poca luz o en situaciones de estrés. Al contraerse la pupila (miosis), se impide que el exceso de luz dificulte la visión.

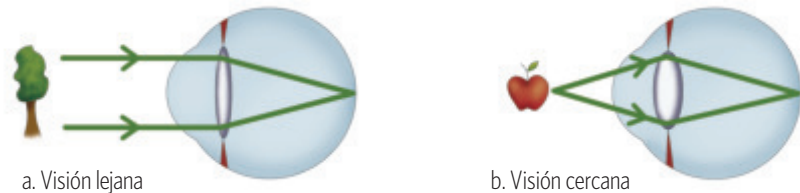
Para saber +

- La visión de los animales está adecuada a las exigencias de su modo de vida. Por ejemplo, los animales que son presas, como los conejos, tienen los ojos ubicados al costado de su cabeza, lo que amplía su campo visual. En cambio, los animales cazadores, como el águila, tienen sus ojos al frente, lo que les permite una visión tridimensional y un mejor cálculo de las distancias. Además, el águila, como todas las rapaces, tiene los ojos con mejor resolución del reino animal. La imagen que forman es casi cinco veces más nítida que la que captan nuestros ojos, debido, entre otros factores, a que tienen dos fóveas en cada ojo y en cada una hay cerca de 1,5 millones de conos.



▲ Águila.

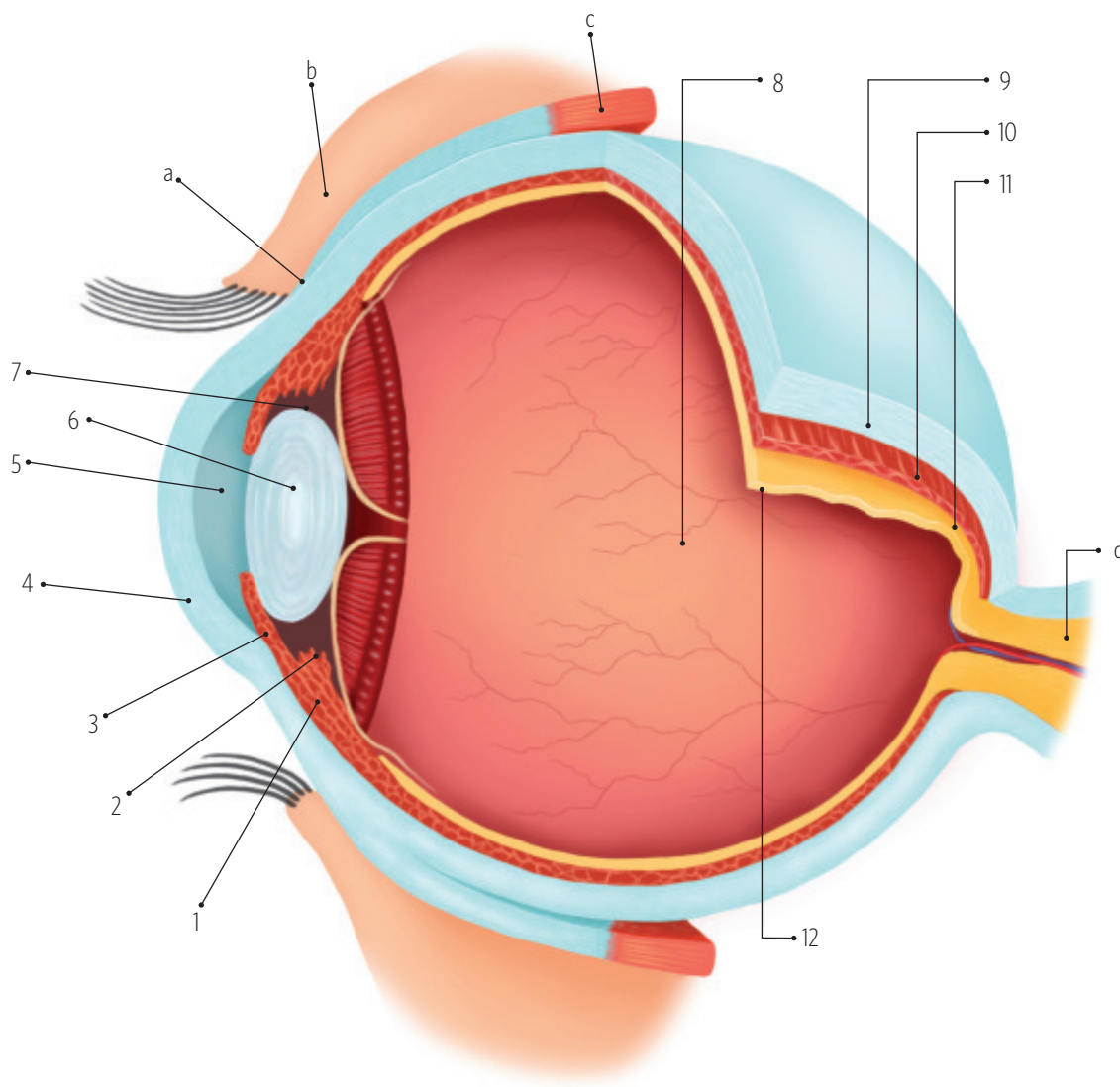
6. **Cristalino:** es un lente biconvexo, transparente y flexible, ubicado entre la cámara anterior del ojo y la cámara posterior. Su función es enfocar los rayos de luz sobre la retina.
7. **Cámara posterior:** cavidad situada entre el iris y el cristalino, que también contiene humor acuoso.
8. **Humor vítreo:** fluido gelatinoso que ayuda a mantener la forma del ojo y a la retina fija en su posición.
9. **Esclerótica:** capa más externa, fibrosa y de color blanco. Protege al ojo debido a su resistencia y se prolonga hacia adelante formando la córnea.
10. **Túnica vascular:** membrana intermedia, formada por la capa coroides, los cuerpos ciliares y el iris.
11. **Coroides:** es una capa muy vascularizada, que recubre internamente la esclerótica con un pigmento oscuro que absorbe el exceso de luz.
12. **Retina o túnica neural:** está formada por varias capas de neuronas y por las células fotorreceptoras, **conos** y **bastones**. Tiene una zona más sensible a la luz, llamada fovea, en la que hay cerca de 200 000 conos, alrededor de esta se encuentran bastones y conos.



- ▲ La acomodación del cristalino permite formar una imagen nítida de objetos ubicados a distintas distancias.

Estructuras anexas

- a. **Conjuntiva:** es una membrana mucosa y vascularizada, que protege la parte anterior de la esclerótica, la parte blanca del ojo, y la superficie interna de los párpados. Cuando esta se inflama y enrojece se produce la **conjuntivitis**.
- b. **Párpados:** son pliegues de piel movidos por musculatura esquelética que protegen al ojo del exceso de luz y de cuerpos extraños, función en la que participan también las pestañas.
- c. **Músculos extraoculares:** son siete músculos que se unen a la esclerótica y que mueven a los ojos en distintas direcciones. Normalmente sus movimiento están coordinados y los ojos se mueven en la misma dirección. Cuando esto no sucede se produce el **estrabismo**.
- d. **Nervio óptico:** formado por los axones de las neuronas de la retina, que abandona el ojo por una zona bajo la fovea, llamada disco óptico, en la que se encuentra el punto ciego debido a la ausencia de fotorreceptores.



▲ Organización de las estructuras que componen el ojo humano.

Antes de seguir, utiliza lo aprendido

1. ¿Qué diferencias existen entre un ojo compuesto y un ojo en cámara?
2. ¿Es correcto decir que vemos con nuestro cerebro? Fundamenta.
3. ¿Cuáles son los componentes del ojo que ayudan a mantener su forma?
4. ¿Cuáles son los lentes del ojo?, ¿son convergentes o divergentes? Explica.
5. ¿En qué capa del ojo se encuentran los fotorreceptores y cuáles son?
6. ¿Por qué en cada uno de nuestros ojos existe un punto ciego?
7. La liebre es un animal herbívoro y tiene sus ojos ubicados de manera lateral. El halcón es carnívoro y tiene sus ojos de manera frontal. Propón una explicación para estas relaciones.

Disección de ojo

La observación científica consiste básicamente en hacer descripciones lo más objetivas posibles del objeto de estudio, sin hacer interpretaciones o dar explicaciones. La calidad de la observación mejora si se utilizan instrumentos de medición o confluyen diferentes puntos de vista. La observación es fundamental en ciencia, pues de ella surgen las preguntas de investigación, que a su vez dan origen a inferencias, hipótesis y teorías, entre otras.

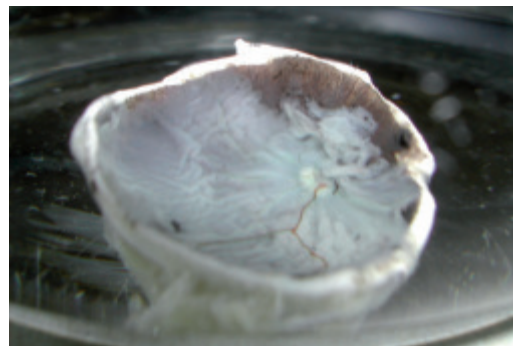
Organícense en grupos de tres a cuatro compañeros para trabajar en la disección y observación de la estructura del ojo de un vertebrado.

Materiales

- 1 ojo de vaca
- Fuente o cubeta de disección
- 1 bisturí
- Guantes
- Tijeras finas
- Regla
- Pinzas finas
- Papel absorbente

Procedimiento

- Antes de comenzar, identifiquen las estructuras presentes en la superficie externa del ojo: la **esclerótica**, la **córnea**, el **iris** y la pupila. Con las tijeras, corten la musculatura que rodea al globo ocular, dejándolo libre de tejidos. Midan las dimensiones del ojo.
- Luego, pongan el ojo sobre la fuente de disección. Con mucho cuidado, hagan un corte en la córnea hasta que salga un líquido transparente. Este líquido transparente es el humor acuoso, compuesto principalmente por agua.
- Después, con ayuda del bisturí, puncen la esclerótica hasta que la traspasen. Una vez hecha la incisión, con la tijera corten el ojo por la mitad, dividiendo el globo ocular en una mitad anterior y otra posterior. El líquido gelatinoso que sale es el humor vítreo, sustancia que ayuda a mantener la forma del ojo y permite el paso inalterado de la luz hasta la retina. En la mitad anterior se advertirá el iris, el **crystalino** y la pupila, mientras que en la posterior, se encuentra la **retina**. Dibujen y rotulen las estructuras que observen en ambas mitades.



- d. Para observar mejor la retina, sumerjan la mitad posterior del ojo en agua. Entre la esclerótica y la retina hay una membrana vascular que cubre los dos tercios posteriores del globo ocular, la coroides, ¿cuál es su función?
- e. Observen que un extremo de la retina está adherido al fondo del globo ocular, correspondiente al punto ciego, lugar donde convergen las fibras nerviosas que dan origen al nervio óptico.
- f. De la mitad anterior, extraigan con mucho cuidado el cristalino, que es la estructura que se encuentra inmediatamente detrás del iris. Retiren los restos de humor vítreo. Con el cristalino observen las letras de unas hojas de diario, ¿cómo es la imagen que se observa? Con los dedos, presionen los bordes del cristalino, ¿qué sucede con la imagen observada?
- g. Con una pinza fina tomen el iris y estírenlo suavemente, ¿qué constitución tiene? ¿Qué tipo de tejido forma el iris? ¿Qué estructura se encuentra al centro del iris?, ¿cuál es la función de esta perforación?



Al terminar, limpien su lugar de trabajo y el material utilizado. Dejen toda la basura en una bolsa de plástico cerrada para ser eliminada. Laven cuidadosamente sus manos con agua y jabón.

Actividades

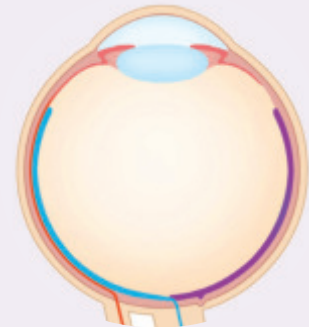
1. Para cada una de las estructura del ojo que están escritas con negrita hagan tres o cuatro observaciones y una pregunta de investigación derivada de una o más de ellas. Organicen la información en una tabla e incorporen los dibujos realizados.
2. Para la próxima clase, preparen una presentación empleando un programa de presentación de diapositivas u otro medio, en que comuniquen sus observaciones y preguntas de investigación al curso.

¿Cómo se produce la visión?

► **Debes recordar: Estructuras del ojo - Lentes**

Trabaja con lo que sabes

1. Observa la imagen adyacente y responde:
 - a. ¿Qué estructuras del ojo atraviesa la luz desde la córnea hasta que llega a la retina?
 - b. ¿Qué estructuras del ojo actúan como lentes?
2. ¿Por qué al mirar a través de una lupa se ve la imagen aumentada?
3. ¿Por qué se emplean lentes para corregir defectos de la visión?
4. ¿En qué lóbulo cerebral se ubica la corteza visual primaria?



▲ Estructuras oculares.

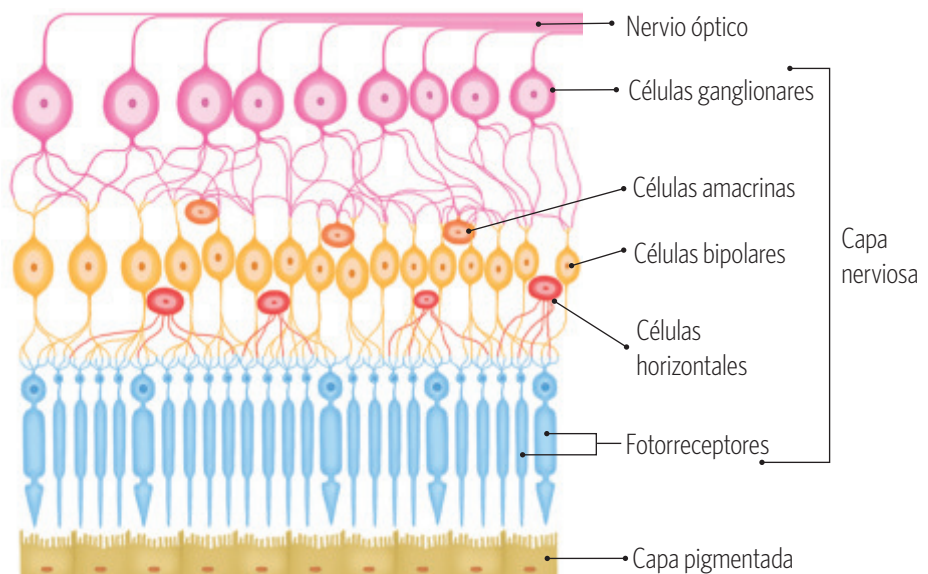
Propósito de la lección

En la lección anterior se caracterizaron las estructuras que forman al ojo. En esta lección podrás comprender cómo su organización permite la percepción de imágenes y cómo sus defectos pueden ser la causa de patologías visuales.

1. Capas de la retina

La retina es el tejido fotosensible del ojo; está formada por una capa nerviosa compuesta por varias capas de neuronas y una capa pigmentada.

- Capa pigmentada: es un epitelio formado por células cúbicas adheridas a la coroides. Su función es nutrir a los fotorreceptores y absorber el exceso de luz.
- Capa nerviosa: incluye varios tipos de neuronas ordenadas en capas; la más cercana a la capa pigmentada está formada por los fotorreceptores. Sobre ella una capa de neuronas bipolares los conecta con las células ganglionares, a través de interneuronas (células amacrinas). Los axones de las neuronas ganglionares forman el nervio óptico.



▲ Capas de la retina.

2. Fotorreceptores

- a. en la retina de cada ojo se distribuyen alrededor de 130 millones de estas neuronas modificadas. En su membrana contienen **rodopsina**, un pigmento fotosensible, que cambia químicamente en presencia de cantidades mínimas de luz, desencadenando un potencial de receptor. Los bastones nos permiten ver en condiciones de penumbra; aunque las imágenes son menos nítidas y sin colores, son tan sensibles que pierden la capacidad de transmitir señales en condiciones de luz diurna.
- b. responden ante una intensidad lumínica mayor a la que lo hacen los bastones y nos permiten percibir imágenes en colores y con mayor nitidez. En los conos existe un pigmento llamado **conopsina**, sensible a longitudes de onda específicas. El ojo humano posee tres tipos de conos con diferentes clases de conopsinas que responden a distintas longitudes de onda presentes en la luz blanca. Estos tres tipos de conos se conocían como los conos "rojos", "verdes" y "azules", respectivamente, pero su máximo de sensibilidad no se corresponde exactamente con esas longitudes de onda.

En la retina de cada ojo se encuentran cerca de siete millones de conos, principalmente en una depresión llamada **fóvea**, que es el punto de mayor agudeza visual, pues allí se enfocan los rayos de luz reflejados por el objeto que miramos con atención.

Para saber +

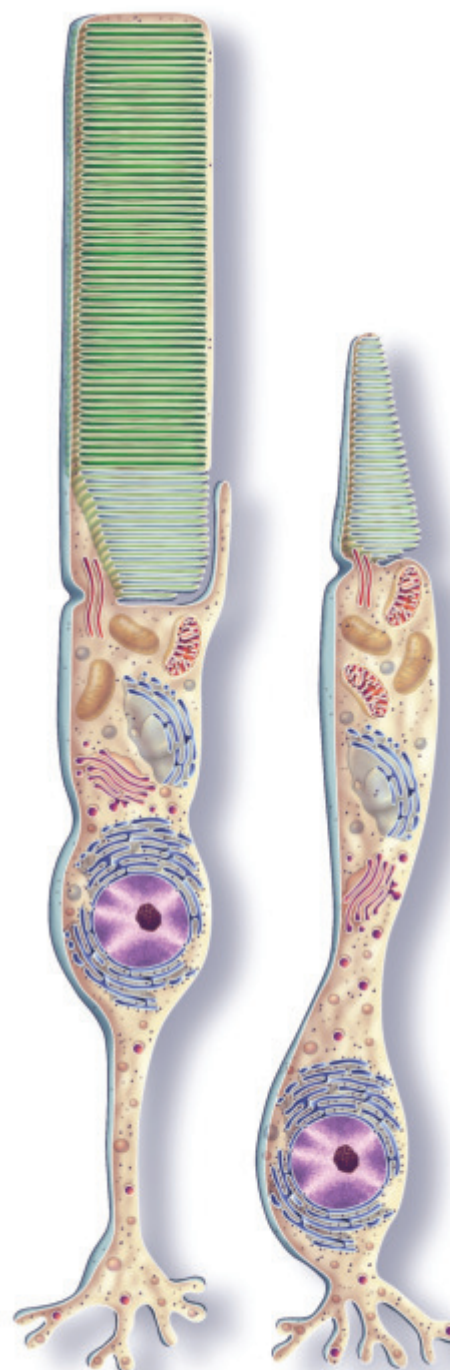
- La vitamina A, contenida, por ejemplo, en vegetales anaranjados y rojos, es muy importante para la síntesis de rodopsina. Su carencia produce ceguera nocturna.

Actividad 2 Comparar...

Fotorreceptores

1. Construye en tu cuaderno una tabla con, al menos, dos diferencias y dos semejanzas entre conos y bastones.

Fotorreceptores: existen tres tipos de conos y un tipo de bastón. ▶
Los conos necesitan alrededor de cien fotones para activarse, mientras que los bastones, solo uno.

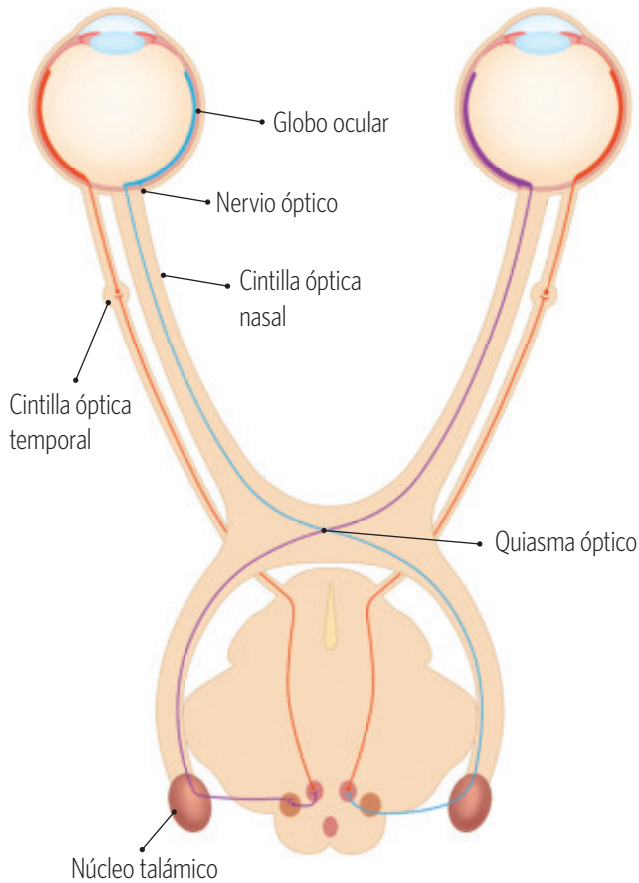


Bastón

Cono

3. Transmisión del impulso nervioso a la corteza cerebral

Para que en nuestro cerebro se procese una imagen, es necesario que ocurran las siguientes etapas:



- La luz es refractada por la córnea e ingresa por la pupila, el cristalino refracta nuevamente los rayos de luz y los hace converger en la retina y la luz atraviesa las distintas capas neuronales hasta llegar a la capa de fotorreceptores.
- En los receptores, la energía lumínica activa los fotorreceptores, cerrando los canales iónicos de Na^+ , que durante la oscuridad permanecen abiertos. Producto de lo anterior, disminuye el ingreso de Na^+ , aumentando la negatividad en la célula receptora o hiperpolarización y los fotorreceptores generan un potencial de receptor que es convertido en impulso nervioso en las neuronas bipolares.
- Los impulsos son transmitidos por el nervio óptico, el que se divide en dos cintillas ópticas, una con axones de la mitad nasal y otra con los de la mitad temporal de la retina. Los axones de la mitad temporal llegan a los núcleos talámicos del mismo lado, mientras que los de las mitades nasales se cruzan en el **quiasma óptico**, llegando a los núcleos talámicos del lado opuesto.
- Desde el tálamo, las vías nerviosas conducen los impulsos nerviosos hasta la corteza visual ubicada en el lóbulo occipital de cada hemisferio.

- ▲ **Vía visual.** Los estímulos captados por el ojo izquierdo son recibidos por la corteza occipital derecha, a partir de los impulsos nerviosos de la porción nasal de la retina del ojo izquierdo y de la zona temporal del ojo derecho.

Minitaller

Punto ciego

El nervio óptico emerge por una zona de la retina llamada disco óptico; esta es un área insensible a la luz y se denomina punto ciego. Con el texto a unos 20 cm de tus ojos, ubica tu **punto ciego** cerrando el ojo izquierdo y enfocando con el derecho la cruz de la figura. Disminuye la distancia con el libro hasta que el círculo desaparezca.

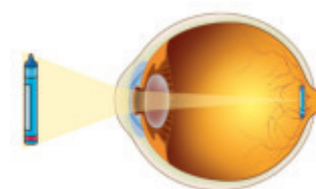


Lo que debes hacer

- Explica por qué el disco óptico es una zona insensible a la luz.
- Identifica en qué lugar de la retina se enfoca la cruz, cuando la ves más nítida.

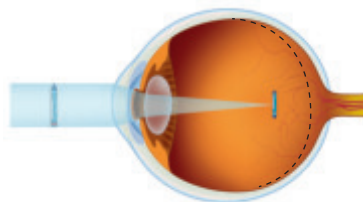
4. Enfermedades de la visión

En un ojo normal o **emétrope** los rayos de luz son enfocados sobre la retina. Pero si hay alteraciones en el diámetro del globo ocular o en alguna de sus estructuras, pueden presentarse algunas patologías.

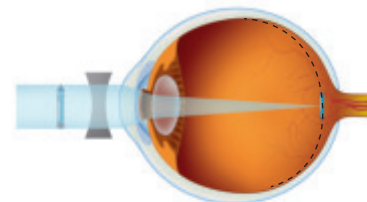


▲ Ojo emétrope.

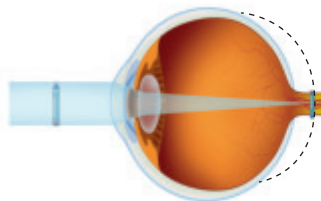
- **Miopía:** se produce cuando el ojo es más largo o bien porque el cristalino es más grueso que lo normal, aumentando su poder convergente. En ambos casos la imagen se formará delante de la retina, lo que impide verla en forma nítida y hace que las personas miopes no vean bien objetos lejanos y deban acercarse al objeto para que su imagen coincida en la retina.



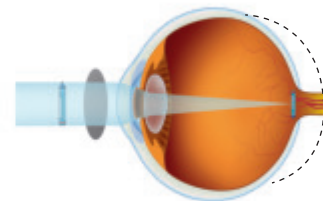
▲ La miopía se corrige con un lente bicóncavo o divergente.



- **Hipermetropía:** se produce cuando el ojo es más corto, por lo que la imagen se focaliza por detrás de la retina. Las personas hipermétropes no ven bien objetos cercanos y deben alejar sus ojos del objeto para que su imagen coincida en la retina.



▲ La hipermetropía se corrige con un lente biconvexo o convergente.



Actividad 3

Investigar sobre...

Las enfermedades de la visión

1. Busca en diferentes fuentes de información las características de las siguientes patologías visuales: presbicia, astigmatismo, glaucoma, cataratas y daltonismo.
2. A continuación, haz una encuesta entre la mayor cantidad posible de miembros de tu familia e identifica qué patologías visuales presentan.
3. Grafica e interpreta tus resultados.
4. Compara tus resultados y conclusiones con los de tus compañeros, discúptanlas y establezcan conclusiones comunes.

Antes de seguir, utiliza lo aprendido

1. Considera las características de los bastones y explica por qué los conductores que viajan de noche al ver un flash de luz se encandilan y dejan de ver durante un breve momento.
2. Si una persona para poder leer el periódico debe alejarlo de su rostro, ¿qué patología visual puede tener?
3. ¿Cuál es la función de la rodopsina y de la conopsina?
4. ¿Por qué la corteza visual derecha recibe información de ambos ojos?
5. ¿Qué consecuencias puede tener para tu salud utilizar lentes que no son recetados por un médico?



Organiza lo que sabes

En tu cuaderno, diseña un organizador gráfico usando al menos diez de los conceptos de esta lista. Este organizador representará lo que has aprendido.

- adaptación
- estímulos
- nervio óptico
- clasificación
- retina
- fotorreceptores
- ojo en cámara
- modalidad
- córnea
- hipermetropía
- potencial de receptor
- corteza visual
- miopía
- receptores
- cristalino

Evaluación de proceso

1. Acerca de los receptores, explica: (4 puntos).
 - a. ¿Cuál es su importancia para la sobrevivencia de un organismo?
 - b. ¿Qué condición es necesaria para que produzcan un potencial de receptor?
 - c. ¿De qué depende la intensidad de nuestras sensaciones?
 - d. ¿Cuando se adaptan, el individuo deja de sentir o de percibir? Explica.
2. Completa la siguiente tabla: (7 puntos).

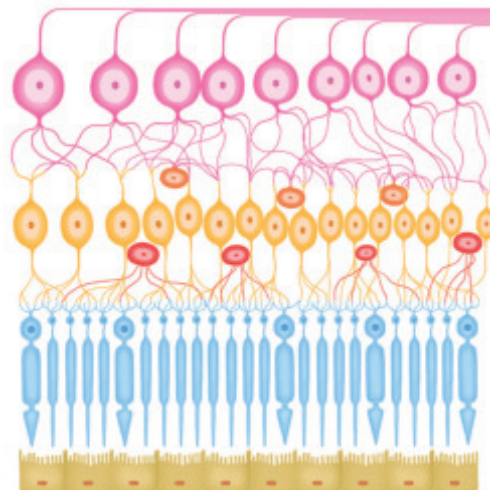
Modalidad	Estímulo	Tipo de receptor según la:		Tejido u órgano receptor
		Naturaleza del estímulo	Funcionalidad	
	Luz	Fotorreceptor		
Audición				Cóclea
Equilibrio		Mecanorreceptor		
Tacto			Exterorreceptor	
		Nociceptor		Piel y órganos
			Exterorreceptor	Lengua y faringe
Glucosa			Interorreceptor	

3. Dibuja en tu cuaderno un ojo compuesto y un ojo en cámara, identificando sus estructuras, y describe cómo es la imagen que forman. (6 puntos).
4. Escribe dos características de la organización o de la estructura y la función de córnea, cristalino, humor vítreo, retina, coroides y esclerótica. (10 puntos).

5. Describe cómo responden el iris, el cristalino, conos y bastones en las siguientes situaciones: (4 puntos).
 - a. En un día soleado de playa miras un barco que se aleja hacia el horizonte.
 - b. En penumbras, acercas un objeto a tus ojos para verlo mejor.

6. Según la ilustración de la retina: (5 puntos).
 - a. nombra, en orden, las estructuras por las que ha debido pasar la luz hasta llegar a ella.
 - b. identifica y escribe la función de la capa pigmentada, conos, bastones y neuronas ganglionares.

7. ¿Por qué la corteza visual del lado izquierdo recibe impulsos de la retina de ambos ojos? (2 puntos).



Me evalúo

Con las indicaciones que te dé el profesor, cuenta los puntos que obtuviste en cada indicador. Luego, reflexiona acerca de tu progreso en la comprensión de los contenidos y marca con un ✓ el color que corresponda.

Indicador	Preguntas	Puntos obtenidos	Mi apreciación
Describir la función, tipos y cualidades de los receptores.	1 y 2	_____/11	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: #f44336; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: #fff9c4; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: #4caf50; margin-bottom: 5px;"></div> </div>
Describir los tipos de ojos y las estructuras que los componen.	3 y 4	_____/16	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: #f44336; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: #fff9c4; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: #4caf50; margin-bottom: 5px;"></div> </div>
Explicar cómo la organización de las estructuras oculares, y las vías nerviosas asociadas a ellas, hacen posible la visión.	5, 6 y 7	_____/11	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: #f44336; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: #fff9c4; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: #4caf50; margin-bottom: 5px;"></div> </div>

- Debo revisar cómo estoy estudiando y buscar nuevas estrategias.
- Necesito repasar algunos contenidos.
- Mi estrategia de estudio es apropiada. Puedo seguir avanzando en la unidad.

¿Cómo podemos escuchar?

► **Debes recordar:** Características del sonido

Trabaja con lo que sabes

1. Consigue una regla plástica de 30 cm o más y apóyala en el borde de una mesa, dejando que sobresalga 18 cm. Presiónala firmemente con una mano y con la otra empujla hacia abajo y suéltala. Observa la vibración y escucha el sonido. Repite tres veces el paso anterior disminuyendo 3 cm cada vez.
 - a. ¿En qué situación la regla vibró con menor y con mayor frecuencia? Dibuja el aspecto de las ondas en cada caso.
 - b. ¿Qué relación puedes establecer entre la frecuencia de la vibración y la agudeza o gravedad del sonido?



Propósito de la lección

¿Cómo es posible que reconozcas a alguien solo por su voz o que puedas disfrutar de la música? En esta lección comprenderás que es posible gracias a que los receptores en tus oídos convierten la energía mecánica de las vibraciones sonoras en impulsos nerviosos y los envían a tu cerebro.

Apunte

Intensidad: mientras mayor sea la amplitud de la oscilación, más fuerte se escuchará el sonido. Su unidad de medida es el decibel (dB).

Frecuencia: mientras mayor sea la frecuencia, más agudo se percibe el sonido y, a menor frecuencia, más grave. La unidad física de frecuencia es el hertz (Hz); 1 Hz equivale a una oscilación por segundo.

1. El sonido

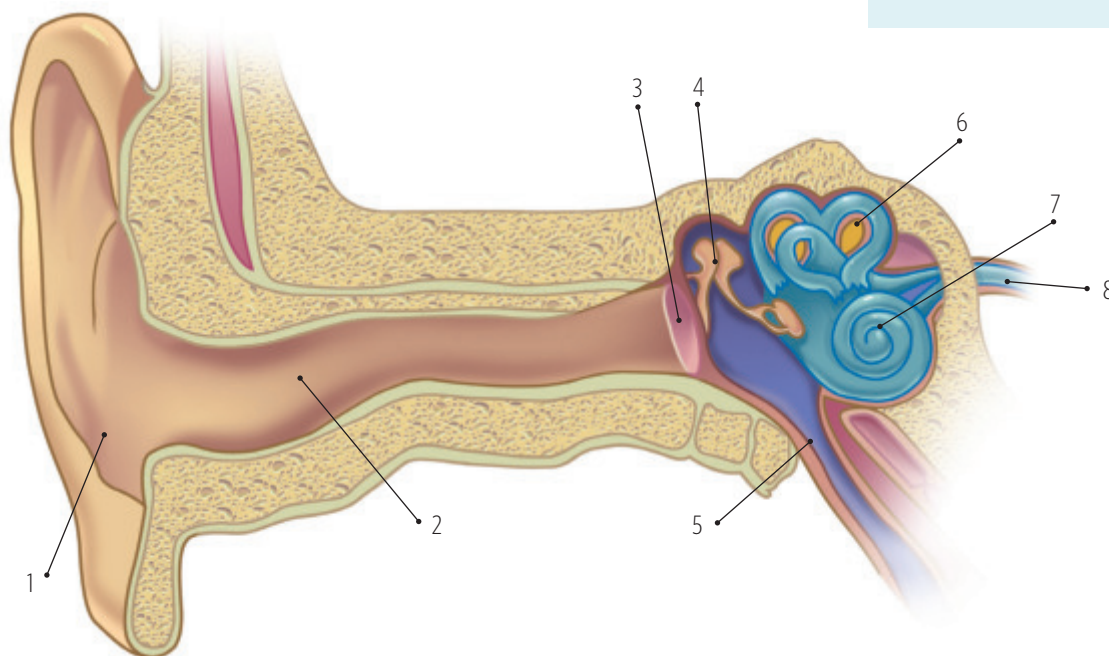
El sonido se origina por la vibración de un cuerpo. Por ejemplo, la voz se emite cuando las cuerdas vocales, unos pliegues musculares en la laringe, vibran al pasar aire entre ellas y el sonido de una guitarra se produce cuando vibran sus cuerdas. El sonido necesita de un medio material, como un sólido, el aire o el agua, para propagarse. Entre las propiedades del sonido se distingue el tono, que depende de la frecuencia de la vibración, y la intensidad, volumen o nivel de intensidad sonora (NIS), que depende de la amplitud de la oscilación y está relacionada con la **cantidad de energía** que transporta la onda sonora; de esta manera, podemos diferenciar los sonidos fuertes de los débiles.

2. El oído, nuestro receptor del sonido

Tal como la organización del ojo permite captar y dirigir la energía electromagnética hasta los receptores que la transforman en impulsos nerviosos y que serán interpretados en el cerebro, la organización del oído permite captar y dirigir la energía del sonido, transformarla en movimiento y, finalmente, en impulsos nerviosos que serán percibidos en el cerebro. El oído se divide en oído externo, medio e interno; la primera división capta y dirige el sonido, en el oído medio su energía se transforma en movimiento y en el oído interno se encuentran los receptores que producirán los impulsos nerviosos. En este último segmento también se encuentran los receptores que detectan cambios en la posición corporal.

Inter@ctividad

- Ingresa a www.rekursostic.cl/lbm115 y encontrarás una animación interactiva en la que podrás analizar cada una de las partes del oído. Encontrarás las opciones que te permitirán ver otras animaciones, una con el proceso de escuchar y otra con enfermedades que afectan al oído.



Oído externo

- 1. Pabellón auditivo:** estructura cartilaginosa que capta el sonido y lo dirige hacia el interior del oído.
- 2. Conducto auditivo:** conduce las ondas sonoras hacia el tímpano.

Oído medio

- 3. Tímpano:** membrana que vibra al recibir las ondas sonoras y las transmite a la cadena de huesos.
- 4. Cadena de huesos** formada por el martillo, yunque y estribo. Amplifica la onda mecánica y la dirige hacia la ventana oval.
- 5. Trompa de Eustaquio:** conducto que comunica la faringe con el oído medio, que iguala la presión entre ambos lados del tímpano.

Oído interno

- 6. Canales semicirculares:** estructuras relacionadas con la percepción de la posición del cuerpo.
- 7. Caracol o cóclea:** conducto enrollado que contiene las células receptoras de la audición.
- 8. Nervio auditivo:** envía los impulsos nerviosos al cerebro.

Para saber +

- La escala de decibeles está hecha de manera que un sonido de 20 dB es 100 veces más intenso que uno de 10 dB, y uno de 30 dB es 1 000 veces más intenso que uno de 10 dB.

Reflexiona

La contaminación acústica
 La contaminación acústica afecta principalmente a los habitantes de las ciudades o a quienes por su trabajo se ven expuestos a sonidos de intensidades altas, o a intensidades moderadas durante mucho tiempo. Ambas situaciones pueden dañar el sistema auditivo. ¿En qué momentos se percibe una mayor contaminación acústica en tu colegio? ¿Qué medidas tomarías para reducir la contaminación acústica en la sala de clases?

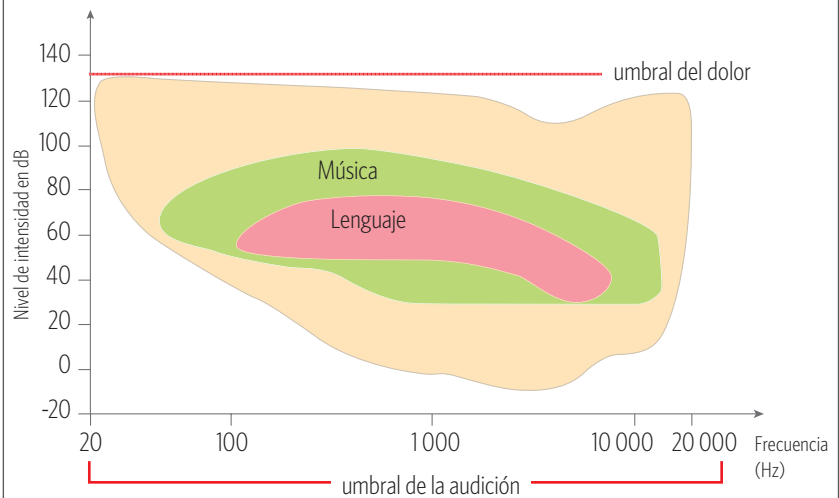
Actividad 4 Analizar el gráfico de...

Intensidad del sonido

Analiza el gráfico considerando que para cada frecuencia se percibe el sonido desde cierta intensidad (umbral mínimo), hasta un umbral máximo.

1. ¿Cuáles son los límites de frecuencia audibles para el ser humano?
2. ¿Entre qué frecuencias se percibe el lenguaje humano?
3. ¿Cuál es el umbral mínimo de audición humana?
4. ¿Sobre qué nivel de intensidad los sonidos pueden provocar dolor?

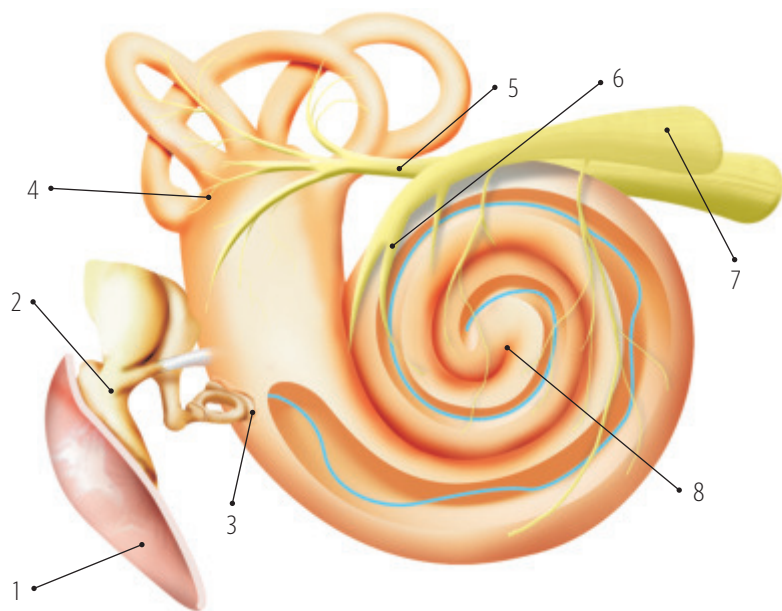
Gráfico 1: Curva de Wegel.



▲ Muestra los umbrales de la audición humana y los márgenes habitualmente usados por la música y el lenguaje articulado.

2.1 ¿Cómo escuchamos?

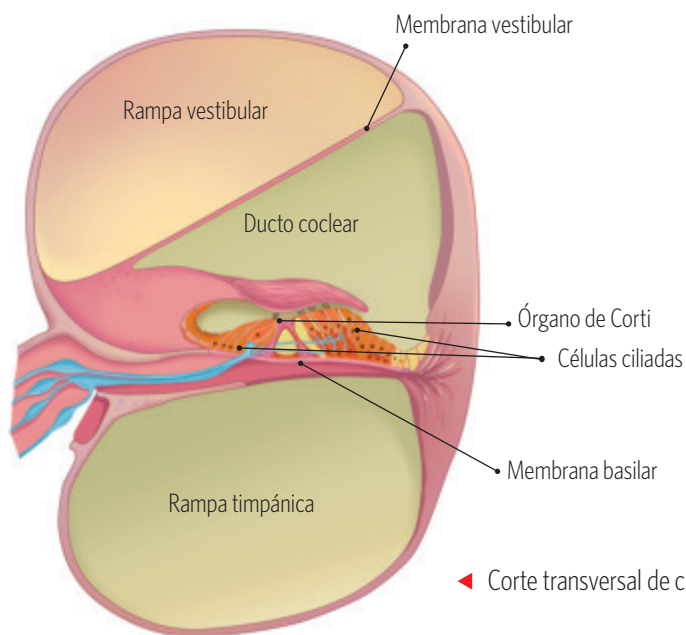
Cuando un cuerpo vibra, las ondas mecánicas viajan por el medio hasta entrar al pabellón auditivo de cada oído, avanzan por el canal auditivo y golpean el tímpano haciéndolo vibrar. En el oído medio, la vibración será transmitida desde el tímpano a la cadena de huesos que está a continuación, que amplificará la vibración y la transmitirá a la ventana oval. En el oído interno, al vibrar la membrana de la ventana oval, se moverá el líquido contenido en el caracol y desplazará las membranas internas, las que estimularán a los cilios del **órgano de Corti**, que transforma el estímulo en impulsos nerviosos que serán enviados por los nervios auditivos que salen de cada oído, a la corteza temporal del cerebro.



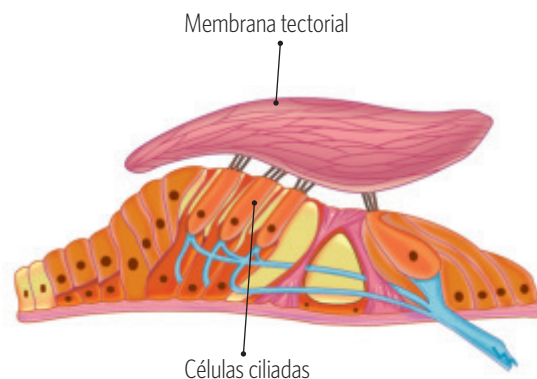
1. Tímpano
2. Cadena de huesos
3. Ventana oval
4. Aparato vestibular
5. Nervio vestibular
6. Nervio auditivo o coclear
7. Nervio vestibulococlear
8. Caracol o cóclea

◀ Oído medio e interno.

En el interior del caracol existen tres rampas separadas por membranas y cada una con líquido en su interior. Sobre la membrana basilar está el órgano de Corti, receptor del oído y formado por un grupo de 24 000 células ciliadas. Sobre ellas está la membrana tectorial. Cuando las vibraciones llegan al oído interno, la perilinfa se mueve, y sube la membrana basilar, las células ciliadas chocan con la membrana tectorial, lo que las despolariza y genera los impulsos nerviosos que viajarán hasta el cerebro por el nervio auditivo. Las células ciliadas que se ubican en la parte más angosta de la membrana basilar son estimuladas por vibraciones de alta frecuencia y se perciben como sonidos agudos, y en la parte más gruesa de la membrana basilar, las células responden a vibraciones de baja frecuencia y se perciben como sonidos graves.



◀ Corte transversal de caracol.



▲ Células ciliadas del órgano de Corti y sobre ellas la membrana tectorial.



- ▲ La exposición prolongada a ruidos intensos acelera el deterioro de la audición.



- ▲ Mantener los oídos secos ayuda a evitar la otitis.

2.2 Enfermedades de la audición y del equilibrio

Debido al envejecimiento o a daños en cualquiera de las estructuras que forman el oído, producidos por traumas, infecciones o por someterse a intensidades de sonido demasiado altas, se produce una disminución de la audición o hipoacusia e incluso sordera, que es la pérdida de percepción de los sonidos.

- **Presbiacusia:** a medida que envejecemos perdemos las células receptoras de frecuencias altas.
- **Tinnitus:** es el hecho de "escuchar" ruidos en los oídos cuando no hay una fuente externa. Los sonidos pueden ser suaves o fuertes y pueden sonar como un silbido o zumbido.
- **Otitis externa:** llamada también el oído del nadador, es una inflamación dolorosa del canal auditivo, causada por una infección por bacterias u hongos, los que proliferan debido a la humedad. Aunque no suele ser grave, si se complica puede observarse pus en el oído afectado y estrechamiento del conducto auditivo externo; en casos severos el paciente puede incluso volverse sordo.
- **Otitis media:** es la inflamación del oído medio causada generalmente por bacterias y virus que ascienden por la trompa de Eustaquio. Es una consecuencia común en niños aquejados de infecciones respiratorias de las vías aéreas superiores. Si es muy frecuente, puede ocasionar déficit auditivo a mediano y largo plazo.
- **Vértigo:** es una sensación de movimiento que se describe como mareo. Las personas sienten como si estuvieran girando constantemente.

Reflexiona

Cuidado de la audición

Si eres de los que durante el día no se desconectan de sus audífonos y escuchan la música que les gusta a un alto volumen, debes cuidarte, pues este hábito te hace estar cada día más expuesto a la pérdida de la audición, ya sea a corto o a largo plazo. Los primeros síntomas pueden ser dolores de cabeza y zumbidos auditivos que tardan horas en desaparecer. Lamentablemente, la falla auditiva puede ser muy gradual y muchas personas no perciben los síntomas a tiempo.

Aunque los aparatos para escuchar música son cada vez más pequeños, también son más potentes y muchos emplean audífonos como elemento anexo. Es importante señalar que los riesgos se derivan no solo del uso excesivo de estos últimos y del volumen utilizado, sino además, del tipo de audífono. Aquellos que se introducen en el canal auditivo, a diferencia de los de uso exterior, aunque tienen mayor calidad de sonido, son más perjudiciales, ya que su cercanía con el sistema auditivo provoca daño en la membrana coclear e incluso puede producir deterioro completo e irreversible del oído interno y del nervio auditivo.

Escuchar un reproductor musical en su máximo volumen —sobre 130 dB— equivale a exponerse al ruido ensordecedor de una sierra, de un taladro industrial o de un martillo neumático. Debido al alto nivel de los decibeles en estos casos, el oído solo puede tolerar estos ruidos durante 30 segundos por día. El nivel sonoro recomendable es de 65 dB por un promedio de no más de 8 horas al día, considerando el ruido ambiental al que estamos expuestos en las ciudades. Para un nivel de 80 dB, el tiempo recomendado sería de una a dos horas por día, lo que equivale aproximadamente a escuchar un reproductor de música a una intensidad no mayor al 60 % de su volumen máximo.

Discute con tus compañeros la importancia del adecuado uso de los audífonos. Intercambien información acerca del número de horas al día y el volumen en que los utilizan. ¿Han experimentado los síntomas descritos?, ¿qué pueden hacer al respecto?

3. Sentido del equilibrio

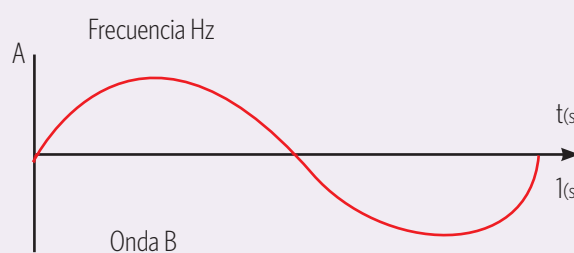
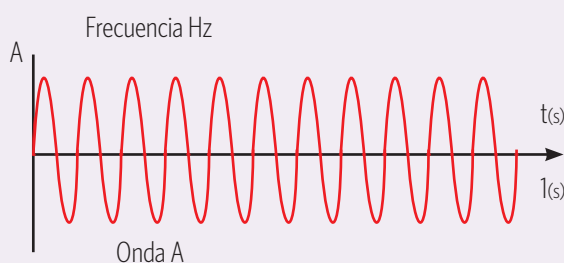
En el oído interno se encuentra el aparato vestibular, donde radica el sentido del equilibrio. Las estructuras que lo forman son tres canales semicirculares y el vestíbulo. Los canales están llenos de un líquido denominado endolinfa y se extienden desde el vestíbulo, orientados en los tres planos del espacio y formando ángulos más o menos rectos entre sí. En el interior de estos canales hay terminaciones nerviosas que detectan cualquier perturbación en el estado de reposo del líquido, registrando el movimiento de la cabeza y enviando mensajes a través del nervio vestibular al cerebelo, que mantiene así un control constante de la posición del cuerpo.



▲ El aparato vestibular mantiene informado al cerebro acerca de la posición de la cabeza.

Antes de seguir, utiliza lo aprendido

1. En relación con las representaciones de ondas que aparecen a continuación, responde:



- Si las ondas representan sonidos, ¿cuál de las dos se percibirá con un tono más grave? y ¿cuál se percibirá como un sonido más fuerte? Explica.
 - ¿En qué parte del caracol se ubican los receptores que responderán a cada onda?
- Diseña un diagrama o ilustración que represente la secuencia de eventos que nos permite escuchar.
 - Si alguien te pide recomendaciones para cuidar los oídos, ¿qué indicaciones le darías?
 - Analiza la tabla 4 y haz las actividades:

Tabla 4: Intensidad de algunos sonidos.

Fuente de sonido	NIS (dB)
Respiración	10
Automóvil en marcha	50
Conversación normal	60
Grito fuerte	80
Trueno	110
Umbral del dolor	130

Fuente: Archivo editorial.

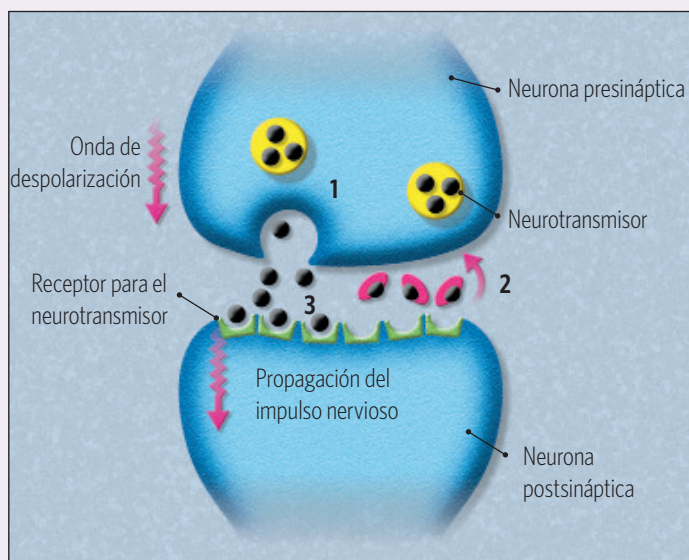
- Haz un cálculo aproximado de cuántas veces es más intenso el sonido de un trueno que el de un automóvil en marcha.
- Estima la intensidad del sonido de tu reproductor de música con volumen máximo.

¿Cómo actúan las drogas en el sistema nervioso?

► **Debes recordar:** Sistema nervioso central - Sinapsis química

Trabaja con lo que sabes

1. De acuerdo con lo que aprendiste en la unidad anterior, ¿cuáles son las etapas de la sinapsis?
2. ¿Qué efecto crees tú que tendría alterar algún factor involucrado en los pasos 1, 2 o 3 del esquema?; ¿conoces alguna sustancia que tenga este efecto?
3. ¿Qué cambios en las capacidades o conductas de un individuo podrían ocasionar las alteraciones en la transmisión sináptica?



Propósito de la lección

El funcionamiento del sistema nervioso depende de la comunicación química que se produce entre sus células. Si una sustancia extraña, como las drogas, logra ingresar al ambiente neuronal, es posible que produzca diferentes tipos de alteraciones. En esta lección aprenderás acerca de cómo las drogas afectan nuestro sistema nervioso.

1. ¿Qué son las drogas?

Los especialistas han definido que una sustancia química corresponde a una droga psicoactiva cuando, al ser incorporada en el organismo, modifica la conciencia, el estado de ánimo o los procesos de pensamiento del individuo. Esto, proyectado en el tiempo, provoca también alteraciones en las funciones corporales.

Las drogas son consideradas sustancias psicoactivas, ya que, independiente de su origen (naturales o artificiales), al ingresar al organismo por alguna vía (inyectada, bebida o inhalada), producen cambios específicamente a nivel del SNC.

1.1 Clasificación de las drogas psicoactivas

Los criterios de clasificación para los diferentes tipos de drogas son muchos. Los dos más comunes se relacionan con si su consumo está o no permitido por la ley, y con su efecto sobre el sistema nervioso central.

- Dependiendo de la legalidad o prohibición que exista para estas sustancias, las drogas se clasifican en **legales** o lícitas, si son de libre consumo según la ley del país que corresponda, y en **ilegales** o ilícitas, si están prohibidas por la ley o se venden solo con prescripción médica. El tabaco, el alcohol y la cafeína son drogas consideradas legales; en cambio, el consumo de morfina, anfetaminas, heroína, cocaína y marihuana, entre otras, está penalizado por la ley.
- Según el efecto en el SNC, las drogas se clasifican en estimulantes, depresoras y alucinógenas.
 - **Estimulantes:** sustancias que aceleran y aumentan la actividad funcional cerebral. Ejemplo de ellas son las anfetaminas, la cocaína, la cafeína, la mateína, entre otras.
 - **Depresoras:** su acción se basa en deprimir el SNC, disminuyendo de esta forma la actividad corporal y generando efectos como sueño, relajación, e incluso, coma. Algunos ejemplos son la morfina, las benzodiazepinas, el alcohol y la marihuana.
 - **Alucinógenas:** sustancias que provocan distorsiones en la percepción, delirios, alucinaciones y estados de confusión. Algunos alucinógenos son el LSD (dietilamida de ácido lisérgico), drogas sintéticas como el éxtasis y sustancias volátiles como el tolueno.



- ▲ Dependiendo de si su consumo es permitido o no por la ley, se distinguen drogas lícitas, como el alcohol y la nicotina, e ilícitas, como la marihuana.

Conexión con

Historia

El alcohol es tan antiguo como la civilización humana. En las antiguas culturas de Grecia y Roma se elaboraba a partir de la fermentación de la vid. Durante el Imperio inca, las mujeres preparaban bebidas alcohólicas a partir de la fermentación del maíz, y en la Europa medieval, las bebidas alcohólicas eran utilizadas como parte de la medicina tradicional de sus pueblos.



- ▲ Vendimia en el valle de Colchagua. Tal como hace siglos, en Chile se cultiva uva para la producción de vino. Hoy la viticultura es una importante industria nacional.

140



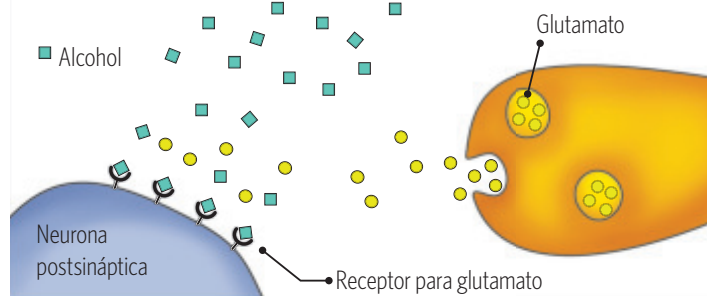
¿A qué crees que se debe que, siendo ambas dañinas, se distinga entre drogas lícitas e ilícitas? Opina en no más de 140 caracteres.

1.2 Efectos de las drogas en las neuronas

El consumo de sustancias químicas afecta varias porciones del cerebro, específicamente en las diferentes etapas de la sinapsis. Esto significa que se puede alterar la liberación de neurotransmisores y la transmisión de señales intracelulares entre otras funciones. Los principales lugares de acción de las sustancias psicoactivas son los receptores de membrana de las neuronas, por lo que el uso puntual o repetitivo de estas sustancias determinará el daño a corto o largo plazo que se producirá en la actividad cerebral.

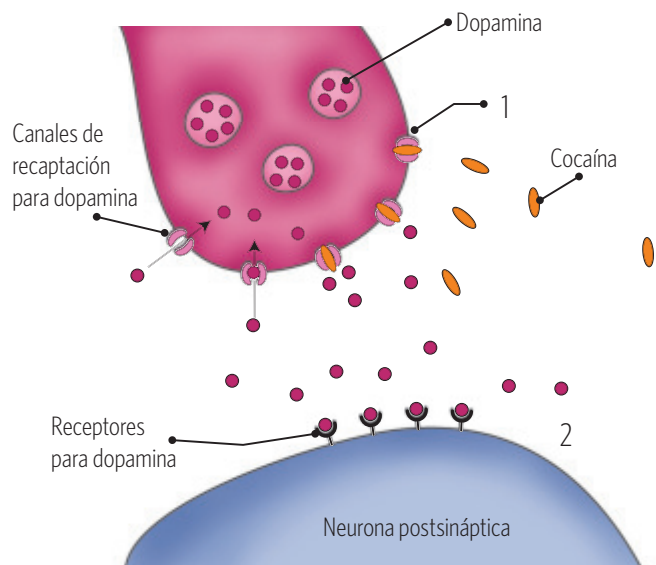
Alcohol etílico o etanol

La sustancia activa de las bebidas alcohólicas es el alcohol etílico o etanol. Al ser de bajo peso molecular no requiere ser digerido, por lo que pasa rápidamente al torrente sanguíneo. Uno de los mecanismos de acción del etanol es inhibir el efecto excitador del neurotransmisor glutamato. Esto explica, junto con otros efectos en la interacción con otros neurotransmisores, el efecto sedante del alcohol. Esta sustancia provoca alteraciones en el área cerebral involucrada en la formación de la memoria, en la toma de decisiones y en el control de los impulsos.



Cocaína

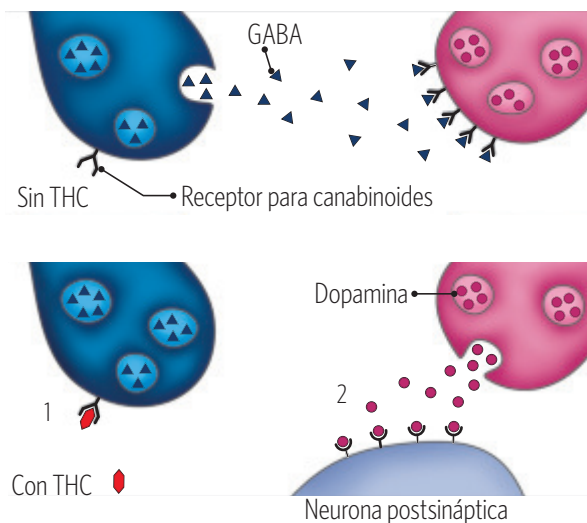
La cocaína se obtiene del procesamiento químico de las hojas del arbusto de coca (*Erythroxylon coca*) originario de Bolivia y Perú. Uno de los mecanismos con que actúa se relaciona con la inhibición de la recaptación de la dopamina luego de haber actuado. Esto significa que la cocaína bloquea los transportadores para la reabsorción (1), haciendo que la dopamina actúe una y otra vez, sobreestimulando la neurona postsináptica (2). Sus efectos más visibles son el incremento de la lucidez, la sensación de bienestar y la euforia, además de aumentar la energía y la actividad motora.



Marihuana

La marihuana se extrae de una planta llamada *Cannabis sativa*. En ella existen compuestos llamados canabinoides, entre los cuales el tetrahidrocanabinol (THC) es el principal químico activo. Esta sustancia puede quedar en el cuerpo durante períodos prolongados. El mecanismo de acción del THC consiste en unirse a los receptores para canabinoides (1), bloqueando la inhibición del neurotransmisor dopamina.

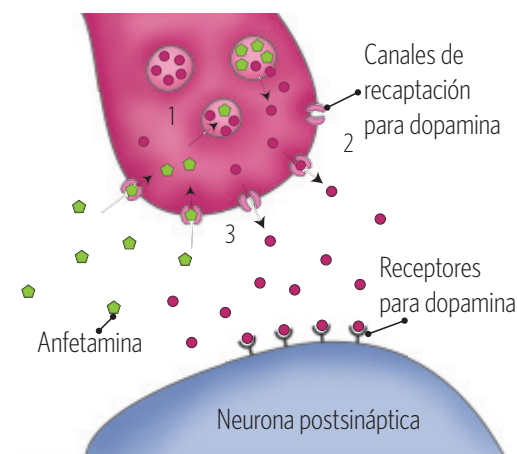
Cuando el THC llega a las neuronas, se une a los receptores para canabinoides y potencia la liberación de la dopamina (2), debido al bloqueo de la liberación del neurotransmisor GABA. Esto origina la inhibición del impulso nervioso. La acción del THC disminuye la cognición y la memoria, además de alterar el control de las funciones motoras.



Anfetaminas

Las amfetaminas son un grupo de drogas sintéticas, como las metanfetaminas y semi-sintéticas como la catinona. Uno de los mecanismos de acción de estas drogas es estimular la liberación de las reservas de dopamina desde las vesículas presinápticas (1), liberando a este neurotransmisor (2), además de la noradrenalina, hacia el espacio sináptico. Asimismo, inhibe la recaptación de dopamina y noradrenalina por parte de la neurona presináptica (3), aumentando la frecuencia de la transmisión del impulso nervioso.

Entre los cambios que provocan en la conducta están: aumento del estado de lucidez, mayor energía, aumento de la capacidad de concentración e inhibición del apetito.



Nicotina

La nicotina es una sustancia que se encuentra en las plantas de tabaco; su forma de consumo más frecuente es en cigarrillos o por masticación. Cuando una persona fuma, la nicotina se absorbe principalmente a través de la inhalación y llega rápidamente al sistema nervioso. Su efecto adictivo se explica por la liberación del neurotransmisor dopamina en algunas zonas cerebrales. El estado de alerta y atención se asocia a la liberación de otros neurotransmisores, como acetilcolina y norepinefrina.

Cafeína

La cafeína es la sustancia psicoactiva más consumida en el mundo. Se puede encontrar en los distintos tipos de café, en el té, en las bebidas de fantasía y en los chocolates. La cafeína se absorbe fácilmente a nivel gastrointestinal y es metabolizada por el hígado. Como su efecto es estimulante, origina pérdida de sueño, trastornos ansiosos como ataques de pánico o síntomas de trastorno obsesivo compulsivo.

Actividad 5 Comparar y clasificar a...**Las drogas según sus efectos**

1. Elabora una tabla comparativa con las principales acciones de las drogas descritas y sus efectos tanto en la neurona presináptica como en la postsináptica. Además, clasifícalas según sus efectos en estimulantes, tranquilizantes o alucinógenas.
2. Averigua sobre los efectos nocivos que provocan otras drogas, como la pasta base y el tolueno.

1.3 Efectos de las drogas en la conducta

El abuso de drogas influye en el comportamiento de los individuos que las consumen. Producto de la administración o consumo prolongado de estas sustancias químicas aparecen estados de adicción, tolerancia y dependencia.

- **Adicción:** trastorno que involucra el uso compulsivo de una droga, a pesar de sus efectos negativos. Una característica propia de la adicción es la pérdida de control sobre la conducta de consumir drogas, independiente de ser consciente de los efectos negativos que presenta y que, irremediamente, le llevarán a pedir ayuda para dejar de usarlas.
- **Tolerancia:** es un proceso de adaptación celular, que consiste en la disminución del efecto de la droga cuando se usa constantemente, por lo que se deben administrar dosis cada vez mayores para lograr el efecto alcanzado con el primer consumo.
- **Dependencia:** tipo de adaptación celular que se traduce en que la persona necesita consumir una sustancia para desempeñarse en forma normal. Cuando se suprime la administración de la droga se produce un conjunto de signos denominado síndrome de abstinencia. Por ejemplo, temblor corporal, sudoración excesiva, convulsiones e incluso estados depresivos.

Apunte

Adaptación celular: estado de la célula en el que se alcanza una nueva pero alterada estabilidad, la que asegura su sobrevivencia y la respuesta a los estímulos que genera el nuevo equilibrio.

Inter@ctividad

- Ingresa a www.recursostic.cl/lbm124 y observa la descripción de los efectos cerebrales para cada tipo de droga. A continuación, elige un tipo de droga y realiza una presentación con diapositivas, usando un programa, explicando sus efectos a nivel de sinapsis y señalando su grado de dependencia física y psicológica y su nivel de tolerancia.

2. Estadísticas de consumo de drogas en Chile

Según estudios del Servicio Nacional para la Prevención y Rehabilitación del Consumo de Drogas y Alcohol (Senda), ex Conace, el consumo de marihuana en la población escolar que cursa entre 8º básico y IV medio (de colegios municipales, particulares subvencionados y particulares pagados de 99 comunas del país) se ha mantenido estable en la última década, mientras que la cocaína y la pasta base muestran un aumento en los últimos dos años. Estos datos son preocupantes, puesto que el inicio del consumo de drogas se está produciendo cada vez a más temprana edad.

Actividad 6 Analizar e interpretar datos sobre el...

Consumo de alcohol

Analiza los datos de cada tabla, construye el gráfico correspondiente y, a partir de su información, responde las preguntas. Si es posible, utiliza una planilla de cálculo.

Tabla 5: Consumo excesivo de alcohol (5 o más tragos) en una salida de sábado por la noche, según sexo

Año	Total	Hombre (%)	Mujer (%)
2009	10,1	13,2	7,1
2011	8,9	11,7	6,3

Tabla 6: Consumo excesivo de alcohol (5 o más tragos) en una salida de sábado por la noche, según niveles de escolaridad

Año	8º básico (%)	1º medio (%)	2º medio (%)	3º medio (%)	4º medio (%)
2009	3,0	7,5	10,7	14,8	16,4
2011	3,4	7,1	9,8	12,3	15,7

Fuente: 9º estudio nacional de drogas en Población escolar de Chile, 2012.

- ¿Qué ocurrió con el consumo de alcohol en hombres y mujeres entre los años 2009 y 2011?
- ¿Qué relación puedes advertir entre el consumo excesivo de alcohol y el nivel que cursan los estudiantes? Explica

Para saber +

- Existen evidencias del aumento en el metabolismo de la cafeína cuando existe nicotina en el organismo. Esto explicaría que el nivel de cafeína en la sangre sea mayor en privación de cigarrillos y que la tolerancia al consumo excesivo de café sea mayor en personas fumadoras, en comparación con aquellas personas que no lo son.



Reflexiona

Drogas y proyecto de vida

Diversos estudios en el mundo demuestran que la drogadicción es un problema que afecta a millones de personas de distintas edades, incluyendo a los niños en edad escolar.

Respecto a este tema, comenta con tus compañeros: ¿cómo el consumo de drogas puede perjudicar el logro de las metas de una persona?, ¿cómo abordarías el problema de la drogadicción con niños, para fomentar el autocuidado y la prevención?

Inter@ctividad

- Ingresa a www.recursostic.cl/lbm126 y navega en los recursos del sitio para conocer algunos datos acerca de las medidas de prevención del consumo de drogas. A continuación, realiza una presentación con diapositivas en la que expongas al menos dos medidas aplicables en el barrio, en tu colegio, en tu familia, en el trabajo y en la educación superior.

Reflexiona**La comunicación es importante**

Día a día, las relaciones con los padres se hacen complejas debido a los cambios en la personalidad de los niños al llegar a la pubertad y durante la adolescencia. ¿Cómo crees que influye la comunicación que existe al interior de la familia en el problema de la drogadicción? ¿Cómo crees que se puede mejorar la comunicación entre padres e hijos?

Apunte

Autoestima: es la valoración que hacemos de nuestras capacidades, modos de sentir y de pensar, sobre la base de las sensaciones y experiencias acumuladas.

3. Factores de riesgo y medidas de prevención

Existen diferentes variables que influyen directamente en que una persona sea propensa o esté dispuesta a consumir drogas; no es solo el entorno o los pares consumidores los que facilitan situaciones de riesgo. Las influencias socioculturales, la predisposición genética e incluso algunos problemas de personalidad pueden llevar a una persona (ya sea niño, adolescente o adulto) a convertirse en un drogadicto.

Estudios realizados en el año 2008 por un grupo de especialistas en adicciones revelan que las conductas que llevan al riesgo de consumir drogas, ya sean lícitas o ilícitas, se relacionan con el estado familiar del adolescente, la forma en la que se relaciona con sus pares, las experiencias sexuales a temprana edad, una baja autoestima y el mal uso del tiempo libre.

Los padres siguen influyendo fuerte y decisivamente en la prevención del consumo de drogas de sus hijos e hijas, según el 8° Estudio nacional de drogas en población escolar de Chile 2009, 8° básico a IV medio, desarrollado por Conace para el año 2009. En familias de adolescentes, en las que los padres se preocupan constantemente de sus hijos, se manifiesta tres veces menos consumo de drogas que en aquellas familias en que los padres no se involucran. Por tanto, antes de recurrir a cualquier otra conducta preventiva, la comunicación entre padres e hijos, junto con muestras de afecto y confianza de todo el grupo familiar, son las medidas claves para prevenir este tipo de problema.



- ▲ El buen uso del tiempo libre y el afecto y la comunicación familiar son fundamentales para generar autoestima en los niños y prevenir el consumo de drogas en la adolescencia.

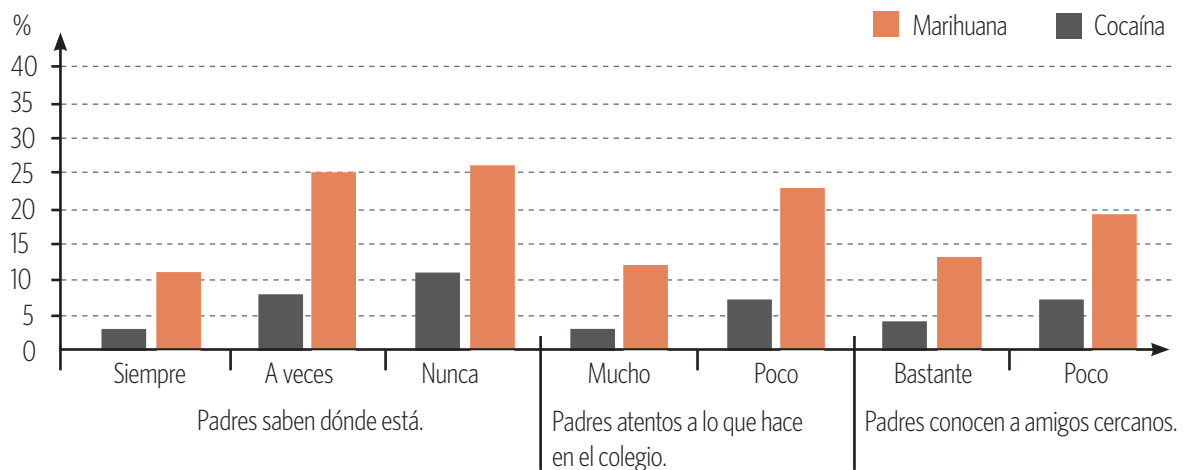
Antes de seguir, utiliza lo aprendido

1. ¿Cuáles son los efectos de la liberación de dopamina o de su permanencia en el espacio sináptico?
2. Identifica la droga que causa los siguientes efectos en la sinapsis y sus consecuencias en el funcionamiento del sistema nervioso.

Efecto en la sinapsis	Droga	Efectos en el sistema nervioso
Inhibe la recaptación de dopamina.		
Estimula la liberación de dopamina.		
Bloquea los inhibidores de la dopamina.		
Inhibe el efecto excitador del glutamato.		

3. Analiza los datos del siguiente gráfico y responde las preguntas asociadas.

Gráfico 2: Prevalencia del consumo de marihuana y cocaína según indicadores de involucramiento de los padres.



Fuente: Conace. (2010). 8º estudio nacional de drogas en población escolar de Chile 2009, 8º básico a 4º medio.

- a. Plantea una hipótesis que permita relacionar el consumo de drogas y la relación entre padres e hijos.
- b. Según los datos, ¿cuál es la variable relacionada con la conducta de los padres que más influye en el aumento del consumo de drogas en los adolescentes?
- c. Plantea una estrategia que involucre a la escuela y a las familias en el tema de la prevención.



Estimulación multisensorial

Los trastornos sensoriales son aquellas deficiencias relacionadas con una alteración de alguno o varios de los órganos de los sentidos. De este modo, las alteraciones sensoriales o de la percepción pueden ser visuales, auditivas, cinestésicas, gustativas, táctiles u olfatorias, y el individuo que las experimenta presenta un cambio en la cantidad o tipo de estímulos que recibe, acompañado por una disminución, exageración o trastorno de la respuesta frente a tales estímulos.

Los trastornos sensoriales están asociados a la tercera edad y a muchas patologías. Por ejemplo,

en el caso de la enfermedad de Parkinson, se presentan alteraciones visuales, disfunción olfatoria, alteraciones del gusto, hipoacusia y otros trastornos auditivos; en el caso de los niños con síndrome de Asperger se presentan desórdenes motrices y sensoriales entre un 50 % y un 85 % de las veces.

En nuestro país, según datos de la Encuesta Nacional de Salud 2009-2010, sobre un 40 % de la población chilena tiene problemas de visión, y aproximadamente una de cada tres personas presenta dificultades auditivas.

Tabla 7: Prevalencias de problemas de salud incluidos en la ENS 2009-2010.

Problema de salud	Criterios	Hombres (%)	Mujeres (%)	Nacional (%)
Percepción de problema de visión	Autorreporte de uso de lentes	38,6	47,1	42,9
	Autorreporte de mala visión	36	49,9	43,1
	Autorreporte de cataratas	3,6	5,3	4,5
	Autorreporte de glaucoma	2	1,7	1,9
Percepción de problemas de audición	Dificultad para oír por ambos oídos, seguir conversación y escuchar TV	6,5	5,9	6,2
	Presencia de alguno de los tres problemas	34,4	31,1	32,7

Fuente: www.minsal.cl. Encuesta Nacional de Salud. Chile 2009-2010.

Si bien existen terapias tradicionales para tratar a personas que presenten alguna alteración sensorial, en las últimas décadas han surgido nuevas alternativas que han demostrado ser efectivas. Una de ellas es la terapia "snoezelen" o estimulación multisensorial.

El objetivo principal de la estimulación multisensorial es mejorar las habilidades y condiciones de vida de las personas mediante la comprensión de los otros, del mundo y de sí mismos. Para ello, se recurre a instrumentos y estrategias que activan las capacidades más básicas del ser humano: las sensaciones, la percepción y la integración sensorial, de modo que el paciente trate áreas

básicas de percepción que no exigen requisitos previos.

La terapia surgió en Holanda, a fines de la década de 1970; los pacientes ingresaban a una habitación que contaba con efectos simples, como un ventilador que soplaba fragmentos de papel, tinta que se mezclaba con agua y se proyectaba en una pantalla, instrumentos musicales, objetos tangibles, frascos de perfume, jabones y comidas sabrosas. Los terapeutas llamaron a esta experiencia multisensorial "snoezelen", una contracción de los verbos neerlandeses "snuffelen" (para buscar o explorar) y "doezelen" (para relajarse).

Desde su aparición, las salas "snoezelen" se aplican con éxito en muchos países, aunque todavía no llegan a Chile. Se usan principalmente en centros para discapacitados, ya que han demostrado ser herramientas eficaces en pacientes con deficiencias

sensoriales, con autismo o en recuperación tras un daño cerebral severo. También, en mujeres en trabajo de parto e incluso para reducir la ansiedad en niños que van al dentista.

Tabla 8: Resumen de la efectividad de salas "snoezelen" en 96 pacientes de Hong Kong, entre 16 y 60 años de edad.

Función	% de pacientes donde se ve efecto marcado	% de pacientes donde se ve efecto moderado
Relajación/reducción de la ansiedad	14,6	40,6
Aumento de la motivación por aprender	4,2	26,0
Aumento de la autoestima	6,3	12,5
Mejora de la comunicación con los adultos responsables	5,2	45,8
Recreación	24,0	38,5
Aumento de la atención y la concentración	5,2	31,3
Disminución de la agresividad	10,7	10,7
Disminución de comportamiento autodaño	22,6	35,5

Fuente: Modificado desde Kwok HW, To YF, Sung HF. *The application of a multisensory Snoezelen room for people with learning disabilities-Hong Kong experience.* Hong Kong Med J. 2003 Apr;9(2):122-6.

Actividad

1. Analiza la tabla 7 y responde: ¿cuál es el problema sensorial en el que existe una mayor diferencia entre la proporción de hombres y de mujeres afectados?, ¿cuál podría ser la causa de esa diferencia?
2. Considerando los datos de la tabla 8, ¿crees que la estimulación multisensorial podría ayudar a alguien que conozcas? Explica.
3. ¿Qué diferencias en la personalidad o en el comportamiento de dos jóvenes esperarías encontrar, si uno de ellos hubiese sido bien estimulado durante su infancia, mientras que el otro no? Fundamenta.
4. ¿Qué características crees que debe tener una sala de clases, de un jardín infantil, de un curso de educación básica y de un curso de educación media para que se potencie la estimulación multisensorial de los alumnos?



Organiza lo que sabes

Revisa en tu cuaderno el organizador gráfico que creaste en la sección Evalúo mi progreso anterior, y utilízalo como base para diseñar un nuevo organizador. Incluye en él, al menos, diez de los conceptos de la siguiente lista. Esta vez, hazlo en una cartulina o papelógrafo, para que lo puedas exponer y discutir con tus compañeros.

adicción

dopamina

oído medio

efector

alucinógenas

droga

órgano de Corti

aparato vestibular

estimulantes

caracol

frecuencia

sinapsis

dependencia

tolerancia

oído externo

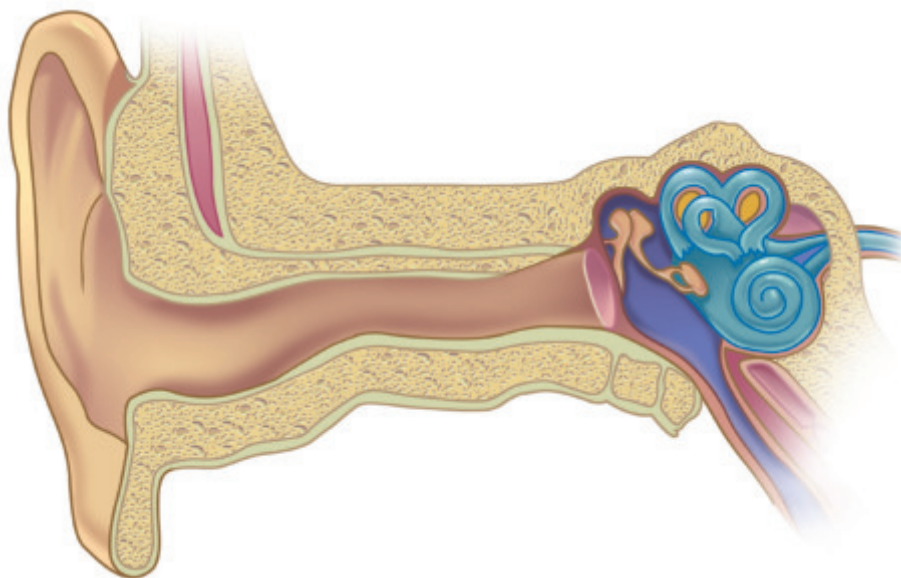
sonido

depresoras

oído interno

Evaluación de proceso

1. Identifica en la ilustración las siguientes partes y componentes del oído y describe su función más representativa: cadena de huesos, canales semicirculares, caracol, oído externo, oído interno, oído medio, tímpano y trompa de Eustaquio. (8 puntos).



2. Si la frecuencia del sonido A es de 10 Hz, la del sonido B es de 20 Hz y la del sonido C es de 200 Hz, entonces: (4 puntos).
 - a. ¿Qué sonidos son percibidos? Explica.
 - b. ¿Cuál de ellos se percibe en la base del caracol? Fundamenta.
3. Sobre las células ciliadas, responde: ¿cómo se produce su potencial de receptor?, ¿de qué vía nerviosa forman parte sus axones? (2 puntos).

4. Completa la siguiente tabla: (6 puntos).

Droga	Clasificación		Acción en la sinapsis
	Legalidad	Efectos en el SNC	
Alcohol			
Marihuana			
Cocaína			

5. Acerca del consumo de drogas y sus consecuencias, responde: (6 puntos).

- ¿Qué rasgos conductuales permiten identificar a un adicto a las drogas de alguien que no lo es?
- ¿Por qué un adicto necesitará dosis mayores de droga para sentir el efecto que desea?
- ¿Qué características personales, familiares y sociales actúan como factores preventivos del consumo de drogas?
- ¿Cómo el consumo de drogas puede modificar el proyecto de vida de una persona?

Me evalúo

Con las indicaciones que te dé el profesor, cuenta los puntos que obtuviste en cada indicador. Luego, reflexiona acerca de tu progreso en la comprensión de los contenidos y marca con un ✓ el color que corresponda.

Indicador	Preguntas	Puntos obtenidos	Mi apreciación
Describir la función y organización de las estructuras auditivas, y cómo sus receptores transforman la energía del sonido en un impulso nervioso.	1, 2 y 3	_____/14	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: #f44336; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: #ffc107; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: #4caf50; margin-bottom: 5px;"></div> </div>
Explicar cómo las drogas actúan en la sinapsis y, como consecuencia, producen alteraciones en la actividad del sistema nervioso y, por lo tanto, en las capacidades, en la conducta y en la inserción social del individuo.	4 y 5	_____/12	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: #f44336; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: #ffc107; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: #4caf50; margin-bottom: 5px;"></div> </div>

- Debo revisar cómo estoy estudiando y buscar nuevas estrategias.
- Necesito repasar algunos contenidos.
- Mi estrategia de estudio es apropiada. Puedo seguir avanzando en la unidad.

Lección 1: ¿Cómo captamos la información del medio?

- Los receptores sensoriales son estructuras especializadas en captar estímulos. Son transductores, pues transforman la energía de los estímulos en potenciales de acción. Los impulsos nerviosos que se generan son conducidos por las vías aferentes hasta el sistema nervioso central, el cual procesa la información y genera sensaciones y percepciones, controla el movimiento y la homeostasis. Gracias a este proceso, se producen las distintas modalidades sensoriales, como tacto, visión, equilibrio y dolor.
- Los receptores se clasifican según el tipo de estímulos en termorreceptores, quimiorreceptores, fotorreceptores, mecanorreceptores y nociceptores; y según su funcionalidad en interorreceptores, exterreceptores y propiorreceptores. Los receptores responden cuando los estímulos alcanzan un nivel de intensidad mínima, llamada umbral de excitación, generándose un potencial de receptor.

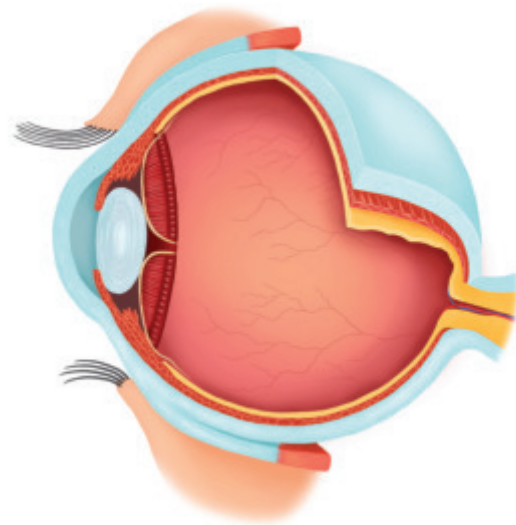
Si nuestro hábitat fueran las profundidades marinas, ¿qué receptores deberíamos tener más desarrollados y cuáles menos?

Lección 2: ¿Qué estructuras componen nuestros ojos?

- Existen dos tipos de ojos: compuesto y en cámara. El primero está formado por la unión de muchos omatidios y permite la visión en mosaico. El ojo en cámara, presente en mamíferos, está formado por un único sistema de lentes que forman una sola imagen.
- Entre las estructuras que forman el ojo humano se distinguen: córnea y cristalino, que permiten enfocar la luz en la retina; esclerótica y humor vítreo, que ayudan a mantener la forma del ojo; túnica vascular,

en la cual sus componentes participan en la nutrición de las células de la retina, en la secreción del humor acuoso, en la regulación del ingreso de luz y en el sostén y acomodación del cristalino; retina, que contiene los conos y bastones y las neuronas que forman el nervio óptico.

- Asociadas al ojo existen estructuras que lo protegen, como los párpados y la conjuntiva; ellos permiten su movimiento (músculos externos) y transmiten impulsos nerviosos (nervio óptico).

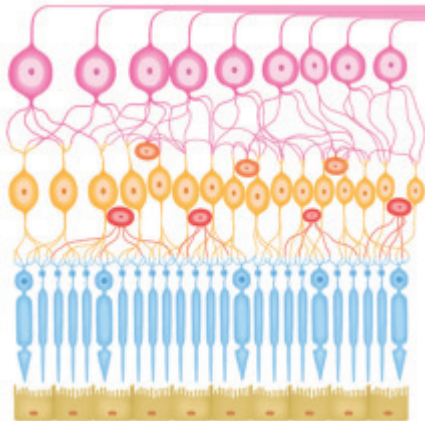


Identifica en la ilustración los lentes del ojo y el tejido fotosensible.

Lección 3: ¿Cómo se produce la visión?

- Los fotorreceptores de la retina, conos y bastones responden a distintas intensidades de luz. Los bastones permiten la visión en penumbras y los conos permiten ver los colores y los detalles de los objetos.
- La luz activa los fotopigmentos de los fotorreceptores desencadenando un potencial de receptor. Luego, los potenciales de acción son conducidos por el nervio óptico y otras vías aferentes hasta la corteza visual primaria, ubicada en el lóbulo occipital, donde se inicia la percepción.

- Algunas alteraciones en la forma del globo ocular producen trastornos como la miopía, si este es demasiado largo, o hipermetropía, si es demasiado corto. Otras patologías se relacionan con otros componentes del ojo, como el estrabismo (con los músculos externos) y las cataratas (con el cristalino).



¿Qué daños en las estructuras del ojo o de las vías ópticas pueden causar ceguera? ¿Por qué?

Lección 4: ¿Cómo podemos escuchar?

- El sonido se origina de las vibraciones de un cuerpo y necesita de un medio material para propagarse. Entre sus propiedades se distingue el tono y la intensidad, esta nos permite diferenciar los sonidos fuertes de los débiles y está relacionada con la cantidad de energía que transporta la onda sonora. El oído se divide en oído externo, medio e interno. La primera división capta y dirige el sonido; en el oído medio este se transforma en movimiento y en el oído interno se encuentra el órgano de Corti, formado por los mecanorreceptores que producirán los impulsos nerviosos que serán enviados, mediante los nervios auditivos que salen desde cada oído, a la corteza temporal.
- En el oído interno también se encuentra el aparato vestibular, donde radica el sentido del equilibrio. Las estructuras que lo forman son tres canales semicirculares y el vestíbulo.

¿Cómo tu oído te permite diferenciar el sonido agudo de una guitarra eléctrica del que hace un bajo en una banda?

Lección 5: ¿Cómo actúan las drogas en el sistema nervioso?

- Las drogas son sustancias químicas que al ser incorporadas al organismo modifican la conciencia, el estado de ánimo o los procesos de pensamiento de un individuo. Esto provoca también alteraciones en las funciones corporales. Se clasifican en legales e ilegales, o en estimulantes, depresoras y alucinógenas.
- Su efecto psicoactivo se debe a que intervienen en la sinapsis, potenciando muchas de ellas el efecto de la dopamina.
- Alteran la conducta del individuo ocasionando adicción, tolerancia y dependencia.
- Su consumo es un importante problema de salud pública, que compromete al individuo y a toda la sociedad. Por ello, son fundamentales las actitudes de autocuidado y las medidas de prevención.



Revisa la pregunta de la síntesis de la unidad 2, lección 4, y comprueba y corrige tus respuestas según lo aprendido.

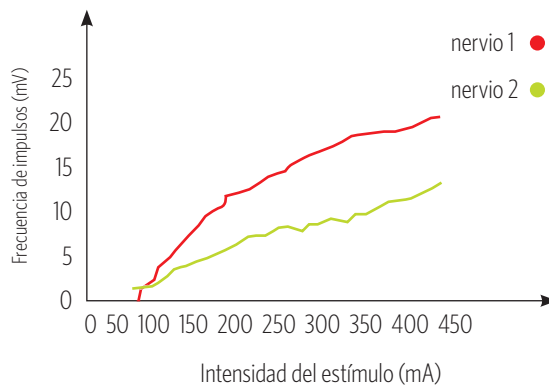
Utiliza lo aprendido durante esta unidad para contestar las siguientes preguntas.

1. Acerca de los receptores, responde: (2 puntos).
 - a. ¿Cuál es su función general?
 - b. ¿Qué significa que sean transductores?
2. Completa la siguiente tabla: (6 puntos).

Tejido u órgano receptor	Clasificación según su...		Estímulo	Modalidad
	Funcionalidad	Tipo de estímulo		
Órgano de Corti				
Retina				
Mucosa olfatoria				
Cuerpo carotídeo				
Lengua y faringe				
Hipotálamo				

3. El siguiente gráfico muestra la relación entre la intensidad de un estímulo y la frecuencia de los impulsos nerviosos originados en dos nervios diferentes de un mismo individuo. Analízalo, aplica tus conocimientos y luego responde las preguntas. (7 puntos).
 - a. Identifica en el gráfico el umbral de excitación que corresponde a los receptores que envían impulsos mediante ambos nervios. Explica tu respuesta.
 - b. ¿Se han adaptado los receptores conectados a ambos nervios? Fundamenta.
 - c. Si la frecuencia de los impulsos continuara aumentando a medida que lo hace la intensidad del estímulo, ¿qué tipo de receptores pudieran estar siendo estimulados? ¿Por qué?

Gráfico 3: Impulsos nerviosos de respuesta frente a estímulos.



Fuente: Ramírez, L. (2010). Evaluación de los efectos de diversas intensidades de estimulación nerviosa sobre la amplitud de la respuesta en diferentes especies. *International Journal of Morphology*, 28, 227-238. (Adaptación).

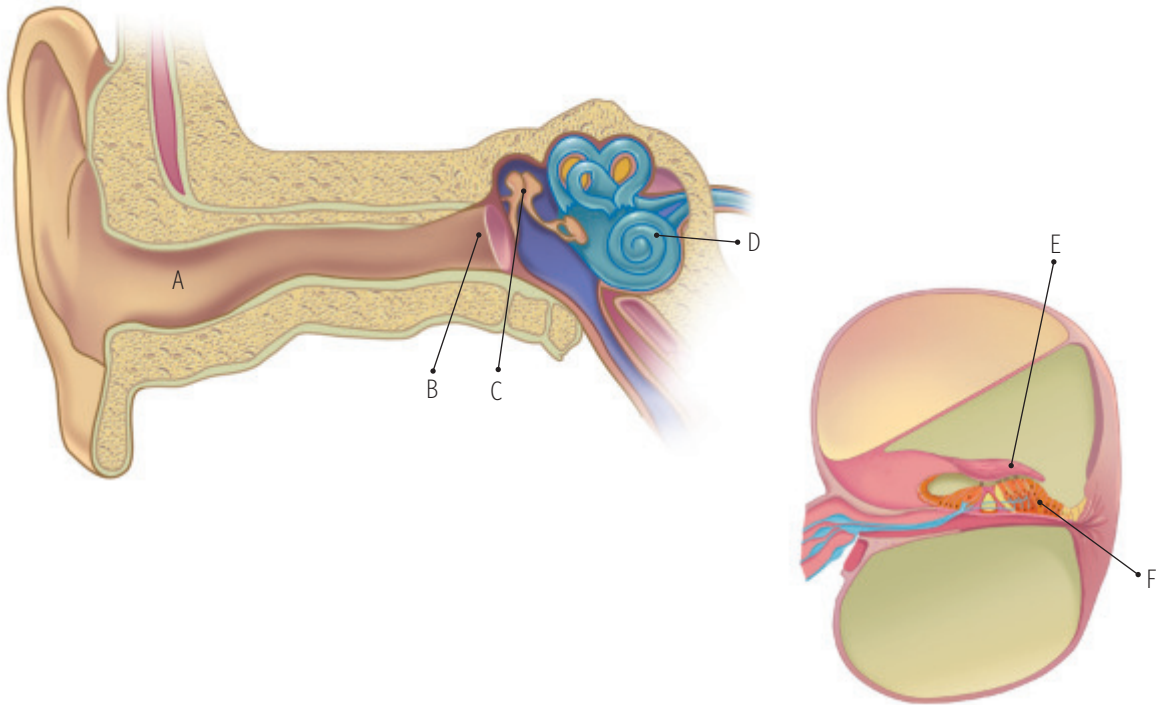
4. Identifica el tipo de ojo que corresponde a los siguientes animales y describe las características de este órgano. (3 puntos).



5. Describe al menos un aspecto estructural y la función de los siguientes componentes del ojo humano. (9 puntos).
- | | | |
|---------------|------------------|----------------|
| a. córnea | d. humor vítreo | g. retina |
| b. iris | e. cuerpo ciliar | h. esclerótica |
| c. cristalino | f. coroides | i. fóvea |
6. Explica cómo se ajusta el ojo humano a la visión cercana y lejana, y a la luz intensa y débil. (3 puntos).
7. Explica cómo afecta la visión cada una de las siguientes situaciones: (10 puntos).
- Daño en la corteza occipital del hemisferio izquierdo.
 - Corte total del nervio óptico derecho.
 - Debilidad del músculo ciliar.
 - Desprendimiento de la retina del ojo izquierdo.
 - Ausencia de pigmento en la coroides, producto del albinismo.
 - Mal funcionamiento de los músculos externos que se unen al ojo izquierdo.
 - Globo ocular más largo que lo normal.
 - Globo ocular más pequeño que lo normal.
 - Menos cantidad que lo normal de rodopsina.
 - Ausencia o alteración de la conopsina.
8. Acerca de la retina, responde: (3 puntos).
- Compara los conos y los bastones en los siguientes aspectos: cantidad, sensibilidad, ubicación y función.
 - ¿Cuál es la función de las células amacrinas y de las neuronas ganglionares?

Evaluación final de Unidad

9. En tu cuaderno, explica la función de cada estructura identificada con letras. (6 puntos).



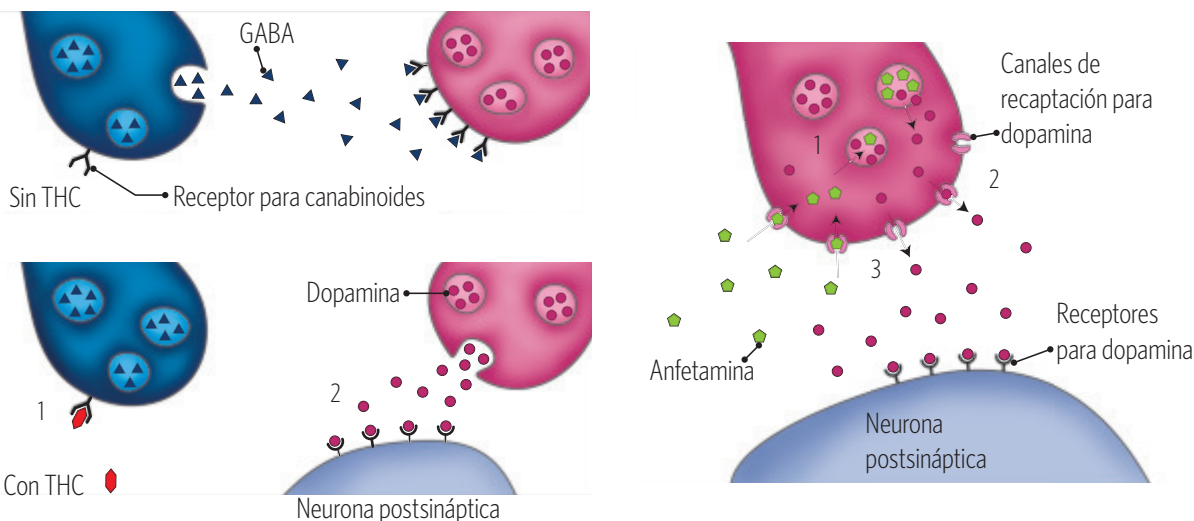
10. Describe el proceso que permite que las células ciliadas de la parte más alta del caracol logren transmitir impulsos nerviosos. (3 puntos).

11. Lee el siguiente texto y luego responde las preguntas. (7 puntos).

El sexo y las características genéticas de los individuos que consumen alcohol pueden explicar los contrastes individuales en los niveles de esta sustancia en la sangre producto del metabolismo. Los efectos del etanol difieren mucho de un individuo a otro, debido a la variación genética de las enzimas metabólicas. Esto puede contribuir al hecho de que algunas personas sean más propensas que otras a desarrollar la dependencia del alcohol.

Fuente: OMS (2005). Neurociencia del consumo y dependencia de sustancias psicoactivas, Washington DC OPS. Recuperado 20 de enero 2011 desde http://whqlibdoc.who.int/publications/2005/9275325790_spa.pdf (Adaptación).

- Si varios individuos consumen la misma cantidad de alcohol, ¿presentarán las mismas alteraciones? Fundamenta.
 - ¿Qué aspectos pueden hacer variar la dependencia de esta sustancia en los individuos que la consumen?
 - ¿Por qué el alcohol es una droga?
12. Observa las siguientes imágenes y describe los efectos en la sinapsis de las drogas representadas. (4 puntos).



Me evalúo

Con las instrucciones que te dé el profesor, cuenta los puntos que obtuviste en cada indicador. Luego, reflexiona acerca de tu progreso en la comprensión de los contenidos y marca con un ✓ el color que corresponda. En caso de que no obtengas el rango de puntuación máxima, solicita a tu profesor que te facilite la actividad de nivelación acorde a tu logro.

	Indicador	Preguntas	Puntos obtenidos	Puntos obtenidos	Puntos obtenidos
1	Describir la función, tipos y cualidades de los receptores.	1, 2 y 3	9 o menos	10 a 12	13 o más
2	Describir los tipos de ojos y las estructuras que los componen.	4 y 5	7 o menos	8 a 9	10 o más
3	Explicar cómo la organización de las estructuras oculares, y las vías nerviosas asociadas a ellas, hacen posible la visión.	6, 7 y 8	9 o menos	10 a 13	14 o más
4	Describir la función y organización de las estructuras auditivas, y cómo sus receptores transforman la energía del sonido en un impulso nervioso.	9 y 10	4 o menos	5 a 6	7 o más
5	Explicar cómo las drogas actúan en la sinapsis y, como consecuencia, producen alteraciones en la actividad del sistema nervioso y, por lo tanto, en las capacidades, en la conducta y en la inserción social del individuo.	11 y 12	6 o menos	7 a 8	9 o más

■ Por lograr
 ■ Logrado parcialmente
 ■ Logrado totalmente