

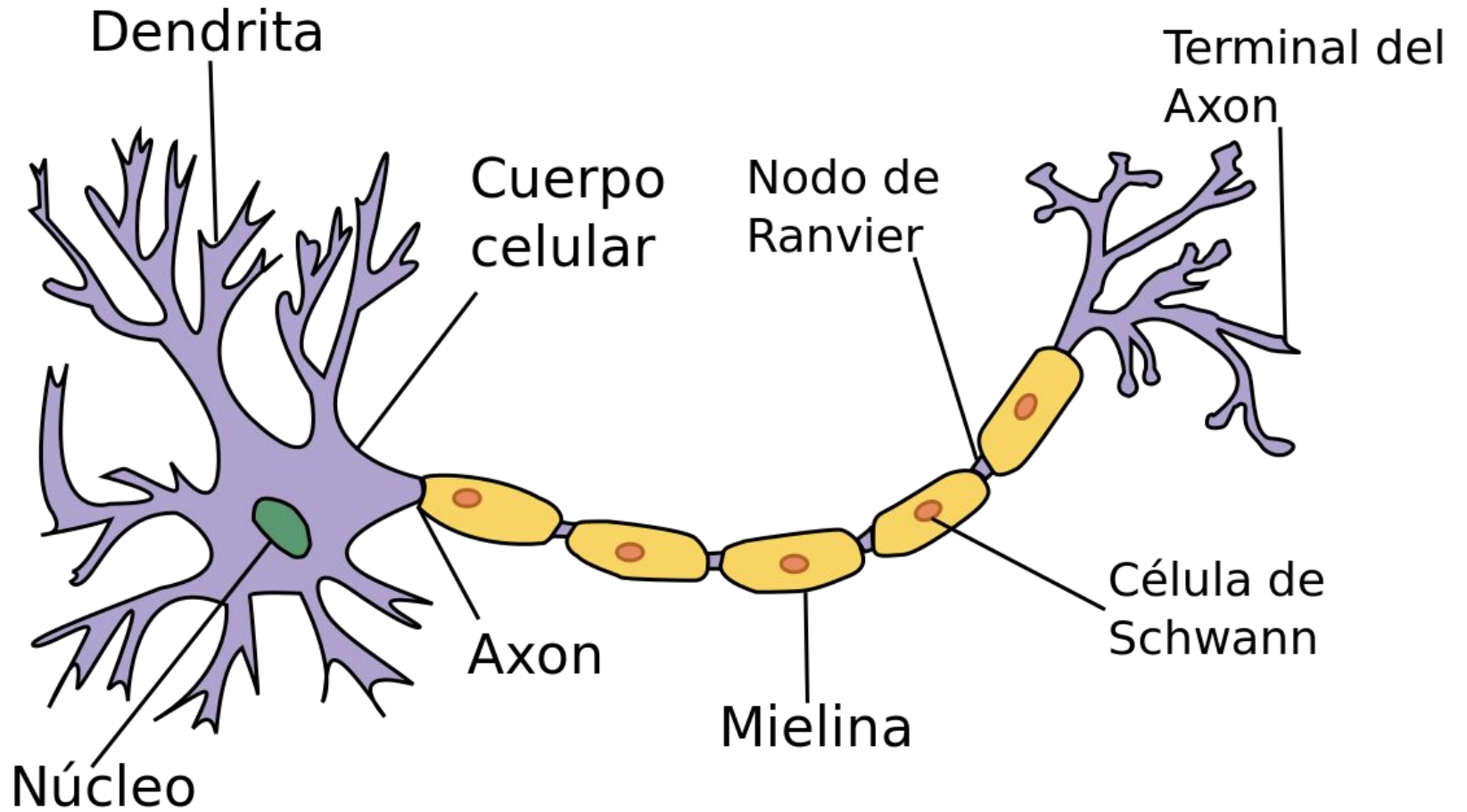
TEMA 10: RELACIÓN Y COORDINACIÓN EN ANIMALES II

4.- ESTRUCTURA CELULAR DEL SISTEMA NERVIOSO

La unidad funcional del sistema nervioso es la **NEURONA** acompañada por otro tipo celular denominadas **gliales o glia**.

4.1.- LA NEURONA

Presentan formas muy variadas, pero su estructura básica consiste en un **cuerpo celular o soma** y una serie de prolongaciones o **neuritas**, que se dividen en dos tipos: **dendritas y axones**.



Cuerpo neuronal o soma: contiene el núcleo y las estructuras citoplasmáticas típicas de cualquier célula, aunque debido a su función presenta una alta concentración de RE rugoso, aglomeraciones de ribosomas llamadas cuerpos de Nissl, un voluminoso aparato de Golgi y una tupida red de citoesqueleto.

Dendritas: son prolongaciones citoplasmáticas, a veces muy ramificadas, encargadas de recibir la información.

Axón: es una prolongación en forma de fibra larga de diámetro constante. Puede estar rodeada por una vaina aislante. Por él salen los impulsos nerviosos de la neurona. Los axones constituyen **las fibras nerviosas**.

4.2 Las células gliales o neuroglía

Forman parte del sistema nervioso, pero su origen es distinto al de las neuronas.

Existen varios tipos celulares con funciones diversas:

Astroцитos: soporte

Oligodendrocitos: producción de mielina

Microglía: defensa

Células Schwann: forman las vainas de mielina de las neuronas.

En su conjunto ayudan a controlar las migraciones de neuronas para formar redes neuronales y controlan la regulación de los neurotransmisores.

CÉLULAS GLIALES

Oligodendrocitos



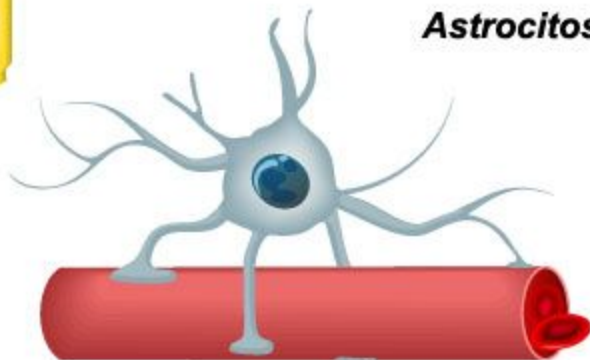
Microglía



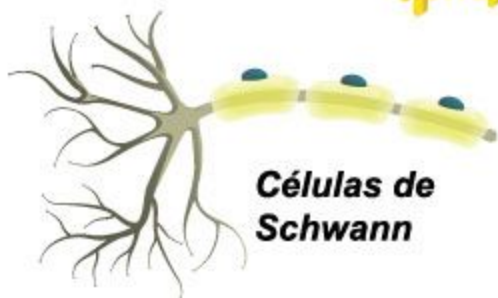
**Células
ependimarias**



Astrocitos



**Células de
Schwann**



En el SNC, los oligodendrocitos aíslan los axones de algunas neuronas, formando una vaina discontinua de mielina a su alrededor. En los nervios periféricos, las fibras mielínicas están formadas por células de Schwann enrolladas alrededor del eje neuronal. Los espacios que dejan los bloques de mileina (nódulos de Ranvier) aceleran la velocidad y fiabilidad del impulso nervioso.

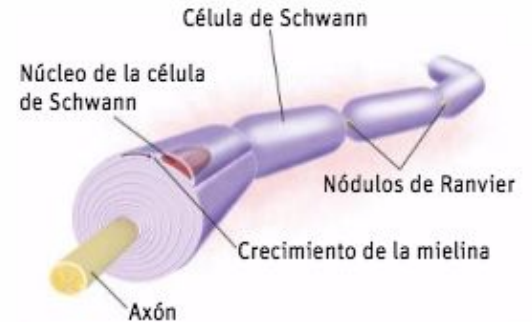
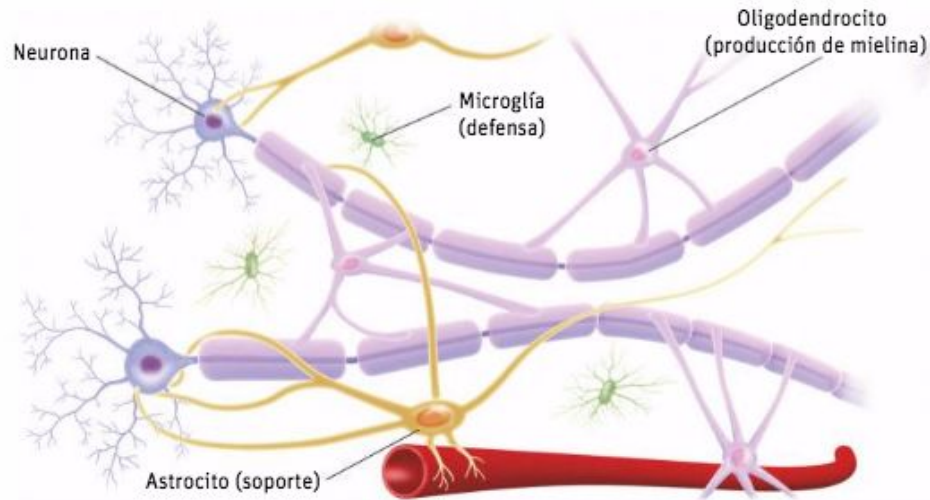


Figura 10.16. En las neuronas del SNP, las vainas de mielina están formadas por las células de Schwann.

5.- ORGANIZACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LAS NEURONAS

La concentración de cuerpos neuronales y dendritas determina estructuras masivas como el encéfalo y la médula. Por su parte, los axones originan el “cableado” de los nervios, los cuales enlazan las zonas centrales con órganos receptores y efectores.

En el SNC, el tejido nervioso se divide en dos tipos de zonas:

- **La sustancia gris.** Integrada por cuerpos neuronales, en ella se producen la mayor parte de conexiones entre neuronas. La transmisión de impulsos en esta zona es lenta. Estas áreas se relacionan con la toma de decisiones, la consciencia y otras funciones superiores.

La sustancia blanca. Está constituida, sobre todo, por axones. La mayoría recubiertos de mielina, lo que permite una transmisión rápida de la información entre zonas alejadas del sistema nerviosos.

En el encéfalo, la sustancia gris se encuentra en la corteza y en algunos núcleos interiores, y la blanca, en el interior; en la médula ocurre al revés

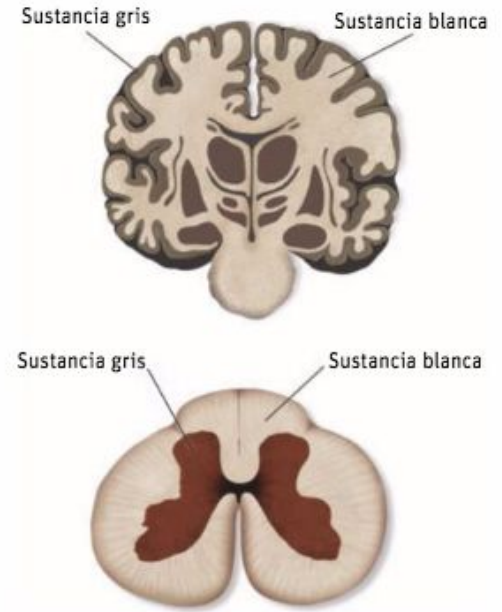


Figura 10.17. Distribución de las sustancias blanca y gris en el cerebro y en la médula.

5.1.- El impulso nervioso

PROPAGACIÓN DEL IMPULSO NERVIOSO

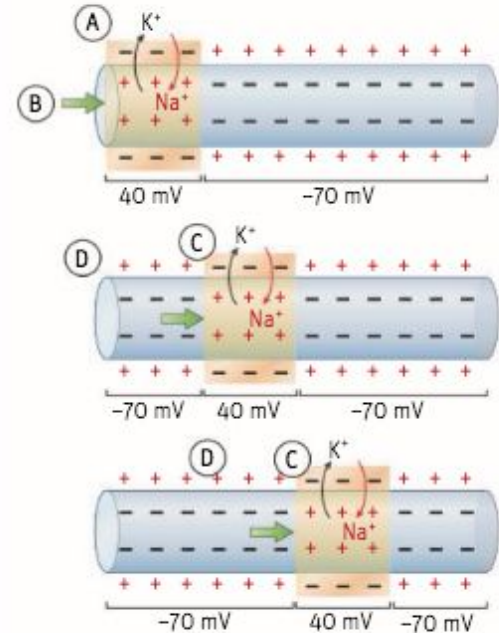
La transmisión del impulso nervioso en la neurona tiene carácter eléctrico debido a diferencias de concentración de iones a ambos lados de la membrana de estas células.

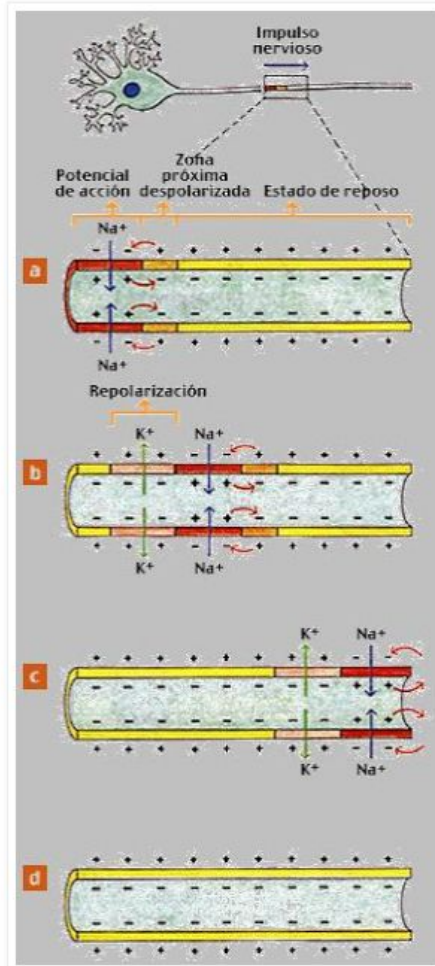
Las neuronas en estado de reposo mantienen una diferencia de concentración iónica entre el exterior y el interior de su citoplasma debido a la actividad de una proteína de membrana, la **bomba de $\text{Na}^+\text{-K}^+$** , que impulsa activamente iones Na^+ hacia el exterior y K^+ hacia el interior en una proporción de 3 a 2. Eso hace que se cree una diferencia de carga eléctrica o **potencial de reposo** de -70 mV , con el interior negativo respecto al exterior.

Al llegar un impulso nervioso (A), otras proteínas de la membrana abren unos canales que dejan salir K^+ y entrar Na^+ , de tal modo que, durante unos milisegundos, la diferencia de potencial a ambos lados de la membrana se invierte y alcanza 40 mV , que es el **potencial de acción**. Este proceso se llama **despolarización** (B).

La despolarización afecta a la zona adyacente de la membrana, por lo que el impulso se transmite (C) a gran velocidad a lo largo de la neurona.

Cuando el potencial de acción ha recorrido algunos milímetros, tiene lugar la **repolarización** (D): los canales se cierran y la bomba de $\text{Na}^+\text{-K}^+$ vuelve a restablecer el potencial de reposo, en espera de un nuevo impulso.





a. Los canales de Na se han abierto en este punto, produciéndose el potencial de acción.

b. El impulso nervioso se propaga a lo largo de la neurona por la apertura de canales de Na contiguos. La zona donde se inició la propagación se repolariza por la apertura de canales de K.

c. Continúa la propagación a lo largo de la neurona.

d. Finalmente la neurona vuelve al estado de potencial de reposo.

5.2.- La Sinapsis

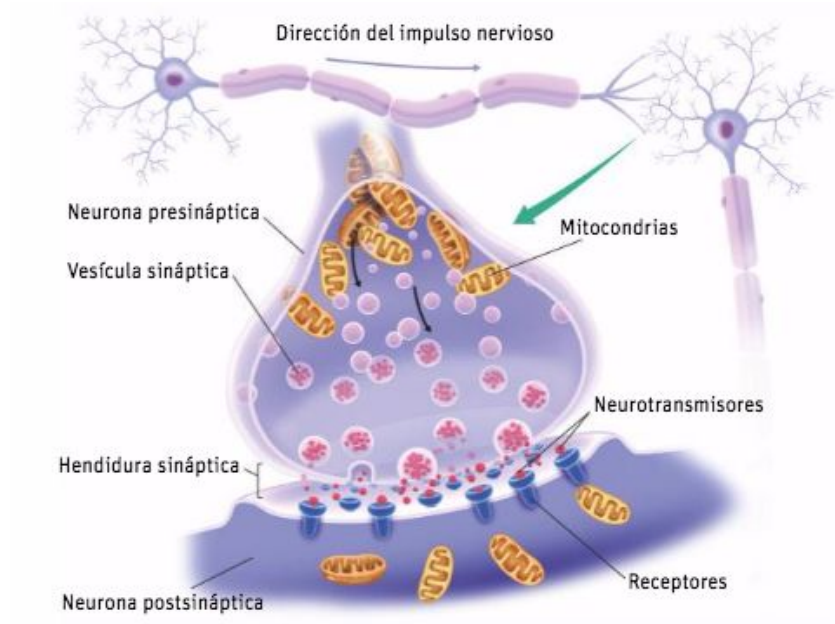
El paso del impulso nervioso de una neurona a la siguiente tiene un carácter químico y se conoce como **sinapsis nerviosa**.

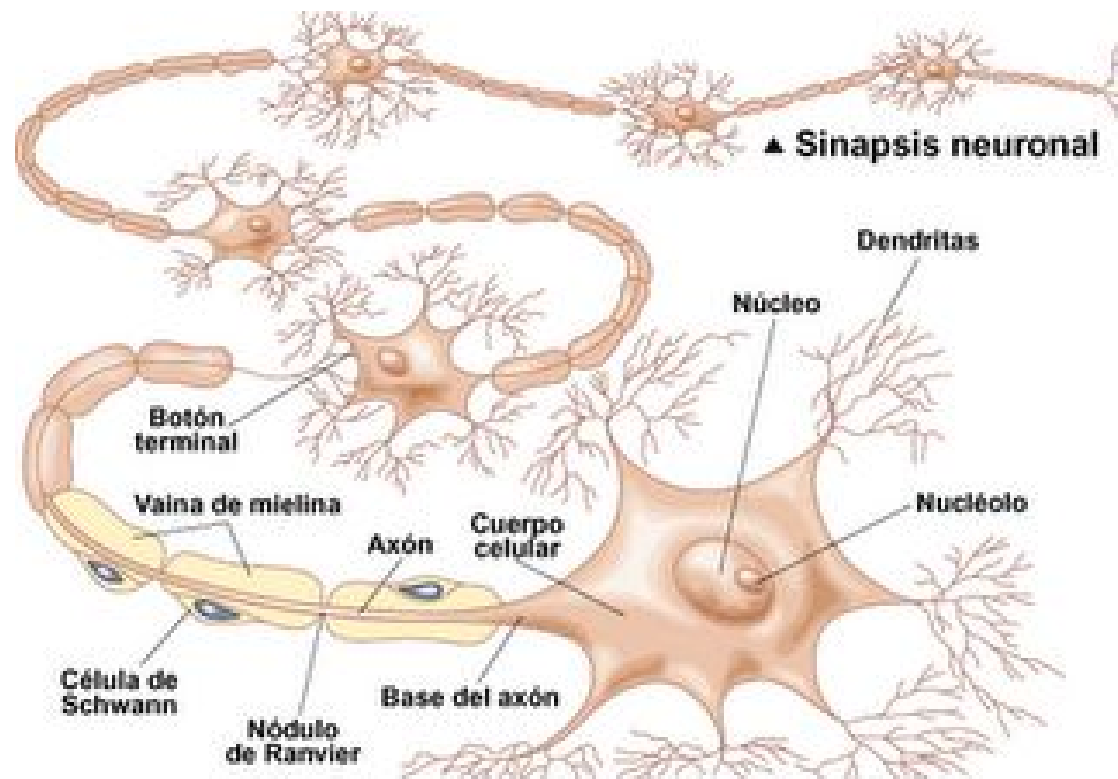
Entre la membrana presináptica del axón de una neurona y la membrana postsináptica de una dendrita de la siguiente, existe un espacio llamado **hendidura sináptica**.

Al llegar el impulso nervioso, desde la membrana presináptica se liberan unas moléculas químicas, llamadas **neurotransmisores**, englobadas en vesículas del citoplasma. Una vez en la hendidura sináptica contactan con la membrana postsináptica de la otra célula e **inducen en ella una despolarización**, es decir, un nuevo impulso nervioso.

La sinapsis también se produce entre neuronas motoras y órganos efectores: músculos o glándulas, que responden contrayéndose o secretando sustancias.

Existen sustancias que pueden ser activadores o inhibidores de la sinapsis.





6.- Integración y control de la coordinación

La mayoría de los aspectos fisiológicos y metabólicos del organismo están regulados por complejos sistemas neurohormonales que mantienen un control voluntario o involuntario, según el tipo de actividad.

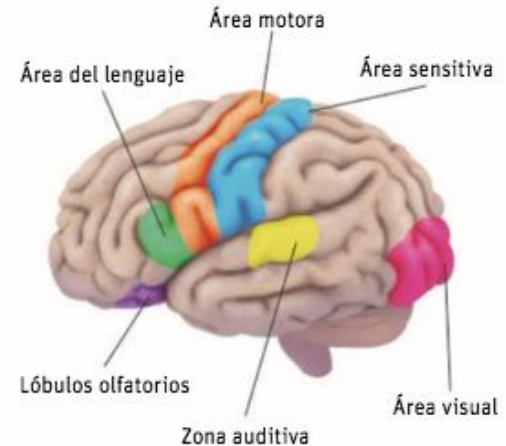
- **Regulación voluntaria o consciente**, supone que la información se procesa en la corteza cerebral donde reside la capacidad consciente.
- **Regulación involuntaria o automática** corre a cargo del sistema hormonal o del sistema nervioso autónomo.

En ambos casos el mecanismo que se sigue es el de “estímulo--- coordinación --- respuesta”. Sólo varía el tipo de respuesta.

6.1.- La percepción y los actos o movimientos voluntarios.

Los órganos sensoriales captan la información de los estímulos externos y la convierten en impulsos nerviosos que, por vía sensorial, llegan al cerebro. La vía nerviosa concreta que siga un impulso hasta el cerebro es la clave para su interpretación: si llega del nervio óptico, se interpretará una imagen, si lo hace del nervio auditivo, un sonido...

Las conexiones nerviosas internas del cerebro llevan cada tipo de información hasta zonas concretas de la corteza cerebral. Muchas de estas zonas ya se han identificado.



Desde las zonas concretas del cerebro, a través del complejo entramado de conexiones neuronales del cerebro, la información viaja a otras áreas de asociación donde es interpretada como una **percepción**, es decir, una información consciente sobre el medio.

En otras zonas se decide la respuesta, que será llevada a un área motora de la corteza y, por los nervios correspondientes, hasta los órganos efectores que realizarán el acto o movimiento voluntario.

6.2.- Regulación involuntaria: estados de estrés y alerta.

La regulación involuntaria o automática es esencial. Se requiere de un sistema neurohormonal para llevar a cabo acciones tan importantes, como regulación del ritmo respiratorio, digestión, balance hídrico del cuerpo.

Son muy complejas las funciones reguladas, pero podría entenderse con un ejemplo concreto:

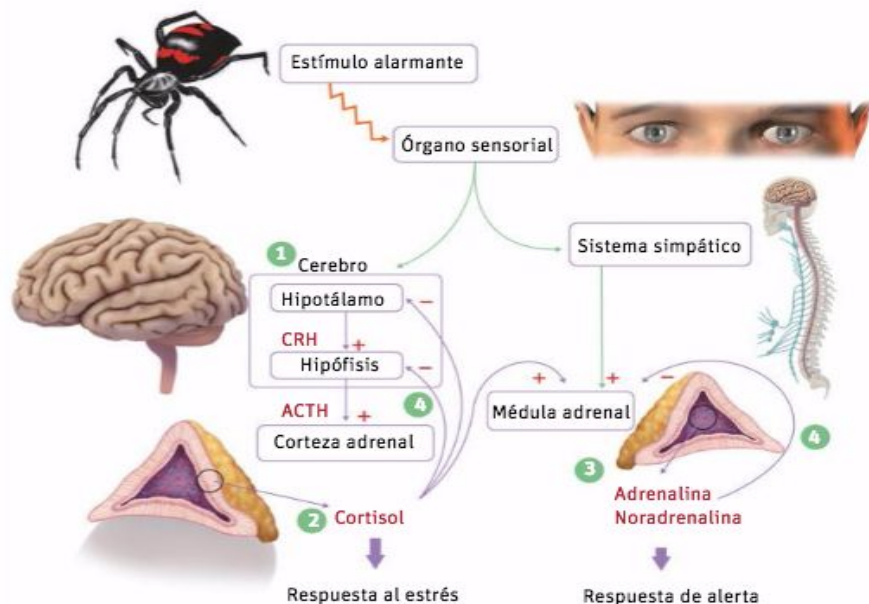
LA REGULACIÓN DE LOS ESTADOS DE ESTRÉS Y ALERTA

El estado de alarma o alerta es una cuestión vital, ya que de él puede depender la supervivencia del individuo. Podemos comprobar algunas de las reacciones fisiológicas de este estado cuando vemos una película de miedo o si llevamos un tiempo sometidos a una tensión emocional intensa o a estímulos externos impactantes: ruido, luces, etc. Dilatación de las pupilas, aceleración del ritmo cardiaco y de la ventilación pulmonar, sudoración o constante tensión muscular son algunas respuestas de estrés o alerta.

¿Cómo se producen y regulan estos estados?

Los órganos sensoriales captan los estímulos alarmantes y transmiten la información al sistema neurohormonal que activa un mecanismo de actuación: "hipotálamo → hipófisis → corteza adrenal":

- 1.º El hipotálamo recibe directamente la información sensitiva y segrega CRH, una hormona que estimula a la hipófisis para que libere otra hormona a la sangre, la ACTH.
- 2.º Esta segunda hormona llega a las glándulas suprarrenales y estimula en su corteza la liberación del cortisol u "hormona del estrés", que dispara en el organismo algunas respuestas relacionadas con el estrés.
- 3.º A la vez, la médula de las glándulas suprarrenales, tanto por la activación debida al cortisol como por vía nerviosa a través del sistema simpático, libera adrenalina y noradrenalina a la sangre, hormonas que activan una serie de respuestas orgánicas que ponen al organismo en alerta.
- 4.º Las tres hormonas adrenales ejercen una autorregulación sobre su síntesis: si el estímulo no sigue actuando, la inhiben para que el proceso se anule al poco tiempo.



7.- EL comportamiento animal

La ciencia que estudia el comportamiento animal es la **Etología**, disciplina que se basa en la observación, registro y catalogación de pautas de comportamiento y relación que afectan a los animales.

El comportamiento tiene un alto sentido adaptativo. Podemos clasificar las pautas de conducta en dos tipos: innatas y adquiridas

7.1.- Conducta innata o instintiva

Constituye una respuesta automatizada y preprogramada del individuo ante un estímulo desencadenante. Tiene una base genética muy marcada y responde al beneficio de actuar de la misma manera ante una situación, sin necesidad de aprender de la experiencia.

Algunas conductas innatas pueden modificarse en función de la experiencia: si se reducen se habla de habitación; si se incrementan, de sensibilización.

7.2.- El comportamiento adquirido

Supone la existencia de una capacidad de aprendizaje o modificación de la conducta por experiencia, imitación u otros factores ambientales. El aprendizaje existe en unos pocos grupos de invertebrados, y en bastantes vertebrados, sobre todo en aves y mamíferos.

Un caso de aprendizaje muy simple es el **aprendizaje condicionado o reflejo condicionado**. Se trata de actos reflejos (por tanto, involuntarios) que vienen determinados por la repetición de experiencias. Es muy común en animales domesticados este aprendizaje mediante la recompensa-castigo.

El aprendizaje basado en la exploración, curiosidad o juego es la base de la cultura humana.

7.3.- Sociobiología y cultura social



En 1971, el biólogo Edward Wilson sentó las bases de la **sociobiología**, la ciencia que estudia la evolución de los animales desde una perspectiva tanto genética como adaptativa. Esta ciencia investiga comportamientos como la cooperación, el altruismo, el emparejamiento...

Entre los animales sociales, Wilson destaca los que denomina **eusociales**. Son especies que viven en sociedades que incluyen varias generaciones y están formados por animales capaces de realizar actos altruistas que benefician a la sociedad, incluso con riesgos para él mismo. Además de la humana, son especies eusociales algunos insectos, como hormigas o abejas, algunas aves y varias especies de primates.

7.4.- La cultura social en los animales

La cultura, entendida como comportamientos adquiridos por aprendizaje a través de la interacción social, no es un fenómeno exclusivamente humano. A escala menor están , por ejemplo, los chimpancés, gorilas..... Ellos aprenden conductas de otros individuos del grupo que las “inventaron”, apareciendo así, diferencias “culturales” entre grupos distintos de una misma especie.