
Trabajo integrador de Biología – 3er año

Las plantas y su relación con el ambiente.

- 1) Definir: -Percepción.
-Estimulo.
-Proceso.
-Respuesta.
- 2) ¿Qué capacidad tienen los seres vivos con respecto al medio?
- 3) ¿Cómo se mantienen bajo control tantas posibles y diferentes respuestas?
- 4) ¿De qué forma responden las plantas ante los cambios en el ambiente? 5) a)
 ¿Cuántos tipos de respuestas se pueden distinguir frente a un estímulo? b)
 ¿En qué se diferencian?
 c) De un ejemplo de cada uno.
- 6) Diferenciar entre tropismo negativo y positivo.
 Ejemplificar.

Distintos tipos de tropismos y nastias.

- 1) Completar el siguiente cuadro:

TIPO DE RESPUESTA SEGÚN EL ESTIMULO	ESTIMULO	TIPO DE RESPUESTA EXTERNA	DESCRIPCION	EJEMPLO
Fototropismo positivo.	Luz.	Tropismo.	Movimiento de la planta hacia la luz.	Los tallos y las hojas.

Los animales y la función de relación.

Los Animales, desde los más simples hasta los más complejos, poseen algún mecanismo que les permite relacionarse con el medio y ajustarse a los cambios que se les presentan, ya sean del ambiente interno o del medio ambiente.

Los receptores sensoriales.

1) Definir:

Estimulo: _____

Proceso: _____

Respuesta: _____

2) ¿Qué son los receptores?

3) Completar:

Según desde donde se reciba la información, los receptores pueden ser:

RECEPTORES

EXTEROCEPTORES

INTEROCEPTORES

PROPIOCEPTORES

4) Explicar i graficar mediante ejemplos los siguientes receptores especializados de algunos animales.

- a) TERMOCEPTORES. b) FOTOCEPTORES. c) MECANOCEPTORES.
- d) MECANOCEPTORES-ECOLOCACION. e) QUIMIOCEPTORES.

Comportamiento animal.

- 1) Explicar la experiencia de PAVLOV.
- 2) ¿Cuál era el objetivo de dicha experiencia? ¿En que concluyó?
- 3) ¿A qué se refiere Pavlov con los términos CONDICIONADAS E INCONDICIONADAS? 4) Diferenciar condicionamiento operativo y comportamiento instintivo o innato.
- 5) ¿Es hereditario el comportamiento instintivo? ¿Por qué? (Relacionar con el patrón fijo de acción)

Mecanismo de respuesta a nivel celular.

- 1) Definir célula.
- 2) ¿De qué forma responden las células frente a un estímulo?
- 3) Enumere las características comunes en las células.
- 4) ¿Por qué se la considera a la célula un sistema abierto?
- 5) Explicar las características de la membrana plasmática.
- 6) Dibujar el modelo de membrana plasmática.

Sistema Endocrino.

- 1) ¿Qué función cumple el sistema endocrino?
- 2) Definir glándula y hormona.
- 3) ¿Qué tipos de glándulas existen?
- 4) ¿Cómo y donde ejerce su efecto las hormonas?

Glándulas y hormonas.

- a) Realizar un esquema de las glándulas endocrinas entre el varón y la mujer.
- b) Buscar información sobre:
 - La función de cada glándula endocrina.
 - Principales hormonas y la función que realiza.
- c) Desarrollar una enfermedad relacionada al sistema endocrino.

Las plantas y su relación con el medio

Seguramente sabés que los seres vivos somos capaces de detectar cambios en el medio y responder a ellos de distintas maneras. Por ejemplo, cuando el ciervo ve acercarse al puma, corre para tratar de escapar y evitar ser comido; si apoyás la mano, sin querer, sobre algún objeto caliente, inmediatamente la retirás, etcétera.

Los cambios en el medio son muchos, entonces, ¿cómo se mantienen bajo control tantas posibles y diferentes respuestas? Mediante diversos mecanismos: los seres vivos pueden **controlar y regular sus funciones** de modo tal de mantenerse en condiciones estables y en correcto funcionamiento. Y en esto las plantas no se quedan atrás...

Para empezar, diremos que se puede encontrar una amplia variedad de plantas: los musgos, las plantas más primitivas; los helechos, que no poseen flores, frutos ni semillas, y las típicas plantas que sí poseen todas estas estructuras, incluidos la raíz y el tallo (y que son las que veremos en detalle en este capítulo).

Aunque muchas veces es inevitable pensar que los fenómenos de relación con el medio solo se limitan a organismos que pueden moverse para responder rápidamente a los cambios que pueden presentarse en el ambiente, lo cierto es que **las respuestas de las plantas también son efectivas**. Y no solo eso, ya que también poseen mecanismos por los cuales se anticipan a estos cambios y así pueden "estar preparadas", por ejemplo, para los fríos invernales. Ante los cambios en el ambiente, las plantas responden realizando ajustes en su **crecimiento y su desarrollo**.

Acercate a mirar por la ventana y quizá veas algunos árboles. ¿Nunca te llamó la atención su orientación, así como

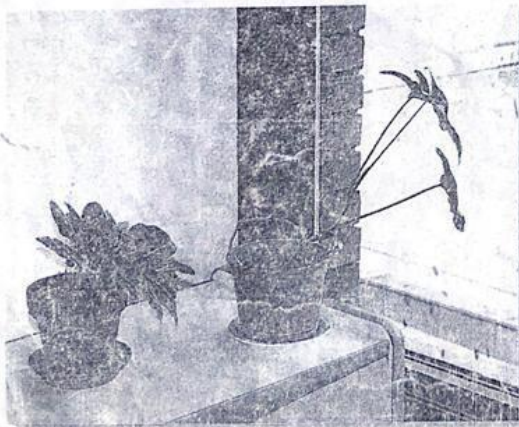
le pasó a Darwin? La verdad es que estamos tan acostumbrados a verlos así que no reparamos en ello: el tallo siempre crece hacia arriba. Pero no solo eso, las raíces siempre lo hacen hacia abajo. ¿Cómo es posible que sea así? Veamos: en las plantas se pueden distinguir dos tipos de respuesta a los estímulos externos: los **tropismos** y las **nastias**. ¿En qué se diferencian?

Un tropismo es una respuesta direccional. Por ejemplo, el tallo de la planta crece hacia la luz, un tipo de estímulo, y permanece así salvo que... cambie la dirección del estímulo. En cambio, en las nastias no hay una dirección en relación con el estímulo, por ejemplo, las flores de los rayitos de sol se abren, justamente, con los primeros rayos de sol y se cierran al llegar la tarde. ¿Te das cuenta? En este caso solo importó la presencia o ausencia del estímulo luz y no el lugar de procedencia. Otra diferencia entre los dos tipos de respuestas es que las nastias son mucho más rápidas en comparación con los tropismos.

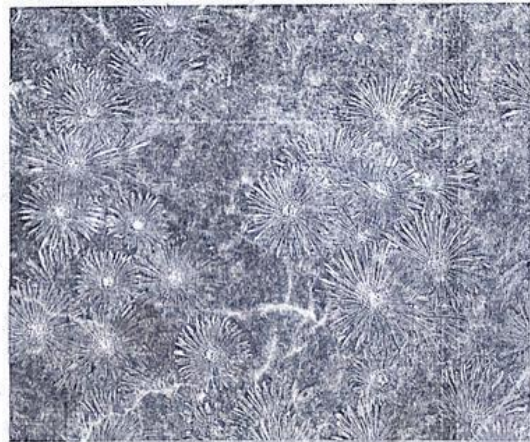
Las respuestas a los estímulos les otorgan a las plantas un alto valor de supervivencia, ¿por qué?

Las plantas pueden tener tropismos **positivos o negativos**, en función de si el movimiento de crecimiento se realiza a favor o en contra del estímulo. Como el crecimiento del tallo es a favor del estímulo lumínico, se trata de un tropismo positivo, mientras que en las raíces, que crecen en sentido contrario al mencionado estímulo, el tropismo es negativo.

Las preguntas que surgen ahora son: ¿cómo se producen estas respuestas?, ¿acaso existe "algo" dentro de las plantas que "les dice" lo que tienen que hacer?



Las partes aéreas de las plantas, como tallos y hojas, se dirigen hacia la luz del sol, mientras que las raíces lo hacen en sentido contrario.



Las flores del rayito de sol responden a la presencia o ausencia de luz.

Fototropismo y otros tropismos

Ya sabés que las partes aéreas de la planta se curvan hacia la luz, es decir que tienen **fototropismo positivo**, y que la auxina es la hormona encargada de generar la respuesta. Aunque esta sustancia se puede encontrar en todas las partes de la planta, es más abundante en las puntas (ápices). Como viste, su principal función es producir el crecimiento o alargamiento de los tallos. ¿Cómo? No bien la plántula germina, comienza a recibir luz, que es captada por unos **fotorreceptores** llamados **fototropinas**. Como podés observar en la ilustración, el estímulo desencadena la fabricación de auxina, que se desplaza hacia las zonas más oscuras de la planta y produce el aumento de tamaño de las células. De esta manera, las células tienen un mayor crecimiento en comparación con las ubicadas en la zona más cercana al estímulo.

Otros casos de tropismos

Las plantas también realizan otros tipos de movimientos autónomos en respuesta a diversos estímulos. Veamos algunos.

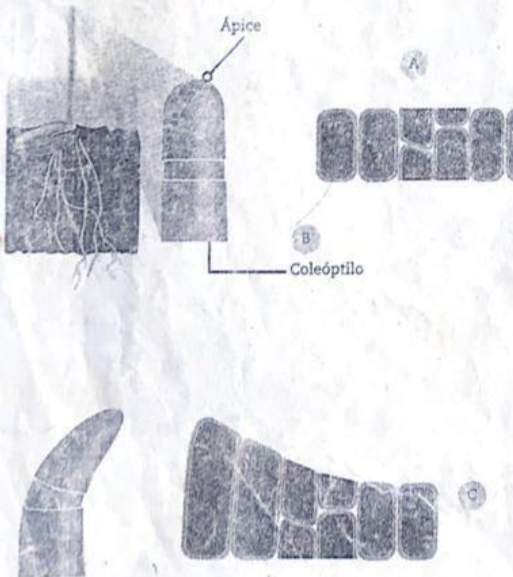
¿Qué parte de la planta crece hacia el centro de la Tierra? Claro, las raíces. La gravedad es el estímulo que provoca ese tipo de movimiento. Por eso, esta respuesta es un **gravitropismo**

positivo y, al parecer, la auxina es la hormona que está involucrada en este movimiento de las raíces. Los tallos también tienen **gravitropismo**, pero negativo, ya que crecen en sentido contrario al estímulo.

Ahora pensá un poco más en la función de las raíces que, además de anclar la planta al suelo, absorben sales y minerales. Las raíces detectan la presencia o ausencia de agua y se mueven hacia las zonas más húmedas. Este es un caso de **higrotropismo positivo**.

Seguramente viste, alguna vez, en el fondo de alguna casa una enredadera o, con más suerte, tenés o conocés a alguien que posee una parra. ¿Viste que parecen estar trepadas a los alambres o a las paredes? Esto sucede debido a la presencia de zarcillos con los cuales se aferran y se enrollan. Estas estructuras con forma de resorte poseen células especializadas encargadas de percibir el estímulo, algo así como sensores del tacto, que les brindan a estas plantas su **tigmotropismo positivo**. Nuevamente, la auxina sería la encargada de generar la respuesta.

Algunas hojas y flores de muchas plantas poseen **heliotropismo positivo** porque se orientan hacia el Sol. Estos movimientos les permiten regular la absorción solar.



Mecanismo de acción de la auxina. A. Las células del coleóptilo tienen el mismo tamaño. B. El coleóptilo recibe un estímulo lateral que desencadena la producción y el desplazamiento de auxina. C. Se induce la elongación (alargamiento) de células opuestas al estímulo. Así se produce la curvatura del ápice.



Las raíces de las plantas se orientan hacia las zonas húmedas.



Hora de ir al laboratorio

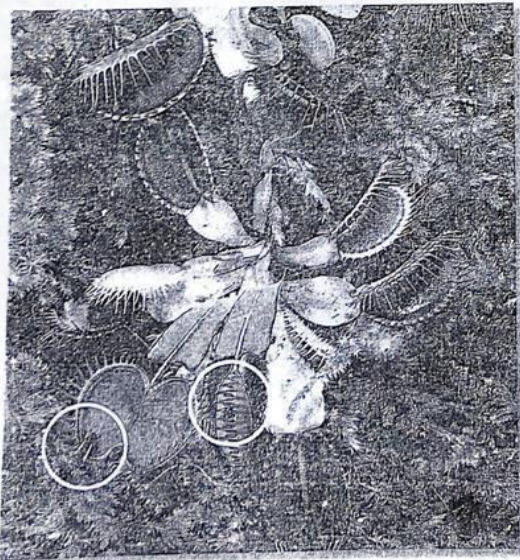
¿Cómo comprobarías que las raíces tienen gravitropismo positivo? En la página 171 encontrarás la práctica de laboratorio 1 para poner a prueba tus hipótesis.

Las nastias

Hasta aquí viste diferentes ejemplos de uno de los dos tipos de respuestas de las plantas frente a los estímulos, los tropismos. Pero, como recordarás, también nombramos las nastias. Analicemos ahora algunos casos de estas respuestas pasajeras en las que la dirección del estímulo no determina el movimiento.

¿Quién no miró alguna vez, fascinado y con un poco de terror, películas en las que el protagonista era, ni más ni menos, una superplanta carnívora que comía seres humanos? La realidad está un poco alejada de la ciencia ficción. Es cierto que las plantas carnívoras existen, pero, para nuestra suerte, solo se alimentan de insectos o de algunos animales pequeños, como renacuajos. *Dionaea muscipula*, conocida vulgarmente como "venus atrapamoscas", posee unas cerdas en sus hojas, con células especializadas llamadas **mecanorreceptores**. Cuando su dulce néctar atrae a la presa, esta se posa sobre ella ejerciendo presión sobre las cerdas, señal que desencadena el cierre automático de la hoja. Algo similar posee el "rocío del sol", otra especie de planta carnívora, que segrega una sustancia acaramelada que convierte sus hojas en pelos pegajosos.

En los dos ejemplos anteriores, cuando el insecto queda atrapado en su interior, el movimiento estimula en la planta la liberación de sustancias digestivas. Pero, además, tienen otra cosa en común. ¿Sabés qué? Se trata de respuestas de las plantas ante una sacudida, es decir, son **sismonastias**.



Las cerdas de las hojas de la *Dionaea* responden al estímulo de la presión cuando la mosca se posa sobre sus hojas.

Otro ejemplo de este tipo de respuesta es el de las hojas de la planta *Mimosa pudica*. En general, si tocás una hoja o cualquier otra parte de la planta, parece que no ocurriría nada, ¿no? Pero no siempre esto pasa tan inadvertido, al menos no para la hoja "más mimosa de la Naturaleza". Cuando los foliólulos de la *Mimosa pudica* son rozados, algunas de sus células liberan agua, lo que provoca que las hojas se cierren. Una hipótesis sostiene que esta respuesta le otorga beneficios hídricos, ya que la planta es característica de climas áridos, donde está expuesta a vientos muy secos y fuertes. Así, evitaría la pérdida de agua. Otras hipótesis se relacionan con la defensa ante el ataque de los herbívoros, que se alimentan de hojas un poco más carnosas, o a la defensa contra insectos.

Pero también existen otros tipos de nastias. La **termonastia** es una respuesta de las plantas ante los cambios de temperatura. Por ejemplo, los tulipanes, al captar la disminución de la temperatura, cierran sus pétalos.

¿Te acordás de los rayitos de sol que mencionamos en la página 22? ¿Cuál es el estímulo que provoca el cierre o la apertura de sus pétalos? Son un buen ejemplo de **fotonastia**.

🕒 ¿Por qué la respuesta del rayito de sol es considerada una fotonastia y no un fototropismo? Justificá tu respuesta.



Las hojas de la *Mimosa pudica* responden cerrando sus foliólulos cuando perciben el rozamiento.

Los animales y la función de relación

En el capítulo anterior vimos que las plantas responden de diversas maneras a los estímulos. Y los animales no se quedan atrás. Desde los más simples hasta los más complejos poseen algún mecanismo que les permite relacionarse con el medio y ajustarse a los cambios que se les presentan, ya sean del ambiente o del medio interno. Al igual que ocurre con las plantas, la vida de muchos animales está regulada por relojes biológicos activados por los cambios en la luz o la temperatura, entre otros factores.

Los receptores sensoriales

El perro de la historieta, cuando ve que Lucía le acerca su recipiente lleno de agua, se para, listo para beber. ¿Cómo es posible? Cuando el perro recibe el **estímulo** "veo un recipiente lleno de agua" lo procesa, lo interpreta y da una respuesta "me levanto y voy a beber". Entonces, el primer paso para tener una **sensación** es captar diferentes estímulos. Los animales perciben a diario los cambios de su entorno, así como en el interior de sus cuerpos.

Los **receptores**, que son estructuras especializadas en detectar estímulos, le informan al animal acerca de estos cambios. Pero estos receptores no son todos iguales y cada uno está especializado en detectar un tipo particular de estímulo. Además, el lugar desde donde reciben información también es diferente. Los **interoceptores** reciben información de las vísceras del animal por ejemplo, el estómago. Otros captan información de los músculos y las articulaciones, y son los que le "**dicen**" al animal cuál es la posición de alguna parte de su cuerpo. Estos son los **propioceptores**. Y por último, los **exteroceptores** son aquellos encargados de recibir estímulos del exterior.

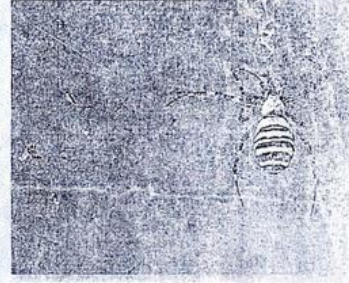
Muchos animales están especializados en detectar estímulos externos que nosotros ni nos imaginamos. ¿Se te ocurre alguno? Mirá estas fotos y descubrí el fascinante mundo sensorial de los animales.



Esta serpiente detecta a su presa y sigilosamente se acerca a ella para luego, en un segundo, enrollarla con su largo cuerpo hasta asfixiarla. Para detectar a su presa, la boa cuenta con **termoceptores** sensibles al calor, ubicados en una cavidad denominada foseta loreal, entre el ojo y la fosa nasal.



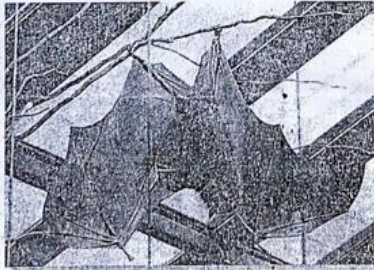
Muchos insectos detectan, gracias a los **fotoreceptores**, el estímulo de la luz. Pero, a diferencia de lo que ocurre con nosotros, que solo percibimos luz dentro del espectro visible, ellos pueden captar luz ultravioleta.



Cuando un insecto se posa sobre una telaraña esta comienza a vibrar. Las vibraciones, captadas por los **mecanoceptores** de la araña, le "**dicen**" dónde quedó atrapada su presa.



La lombriz de tierra no posee ojos. Sin embargo, presenta **fotoreceptores** en la superficie de su piel. Con estos receptores detecta luz y oscuridad.



Los murciélagos, al igual que los delfines, emiten sonidos que, al chocar con los objetos, rebotan y vuelven a ellos. De esta manera, captan ese eco por medio de **mecanoceptores** y así detectan la información del medio, por ejemplo, tamaños y distancias. Este fenómeno se llama **ecolocalización**.



Las serpientes pueden "**oler**" con su lengua. A diferencia de otros animales, que utilizan las fosas nasales, ellos captan con la lengua sustancias químicas del aire que llegan hasta los **quimioceptores** ubicados en el paladar.

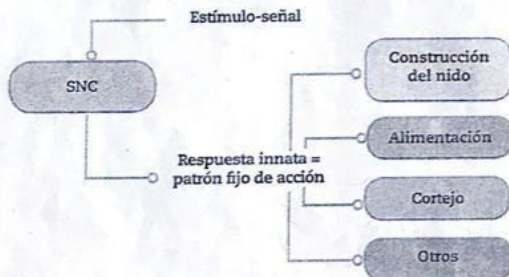
Condicionamiento operativo

Basado en los experimentos de Pavlov, a mediados del siglo XX, el psicólogo estadounidense John Broadus Watson afirmó que los cambios en el ambiente permiten explicar los diferentes comportamientos.

Más tarde, otro psicólogo estadounidense, Frederic Skinner, comprobó experimentalmente que es posible adiestrar a ratas de laboratorio mediante un sistema de "recompensa" y "castigo". Por ejemplo, puso una rata en una caja provista de una palanca que, al ser presionada por el animal, hacía aparecer el alimento. Llegaba un momento en que la rata asociaba la presión ejercida sobre la palanca con el alimento, de modo que siempre que tenía hambre, repetía la operación. Llamó a esto **condicionamiento operativo**. ¿Qué significa? Que todo lo que un individuo hace puede explicarse en relación con lo que sucede en el ambiente y así se modela su comportamiento. En otras palabras, todo comportamiento puede ser explicado por medio de los principios de estímulo-respuesta. Sus trabajos rápidamente comenzaron a ser objeto de discusión, ya que el comportamiento de un individuo, como la rata, dentro de una caja es muy limitado, sin muchas variantes, y la rata tiene pocas oportunidades de utilizar sus comportamientos naturales. Por lo tanto, poco dicen, por ejemplo, acerca del comportamiento de una rata en el basural, que se supone mucho más complejo.

Las bases del comportamiento instintivo

Así como en los Estados Unidos se estudiaba el condicionamiento operativo, en Europa un grupo de investigadores comenzó a hablar del **comportamiento instintivo o innato**. Ellos consideraban que el patrón de comportamiento estaba en



Representación esquemática del sistema de control para respuestas complejas como los comportamientos.

el animal desde el momento de nacer. ¿Y qué explicación daban al hecho de que los animales nacieran con ese comportamiento? Veamos...

Como seguramente te acordarás, los grupos de organismos son muy diferentes y, sin embargo, tienen muchas cosas en común. Una de estas características es que todos están formados por células y que, dentro de ellas, es posible encontrar el ADN; esa molécula contiene toda la información necesaria para que un individuo sea una cosa y no otra, funcione de una manera y no de otra, etc. El descubrimiento del ADN tuvo gran repercusión en muchos ámbitos de la ciencia, uno de ellos, la herencia. Esto llevó a conformar una nueva disciplina, la **genética**, la cual postula que la información hereditaria se encuentra contenida en los genes formados por ADN.

Para los partidarios de lo instintivo, el comportamiento posee una base genética que se hereda y era un fenotipo más del animal, es decir que formaba parte de los caracteres que se pueden observar en los animales, como el color de ojos y el pelaje, entre otros. Y no solo eso. Para ellos, cada comportamiento estaba sujeto a la selección natural, o sea que evolucionaba a medida que se producía su optimización, de manera que los individuos cuyos comportamientos les conferían una ventaja, sobrevivían y dejaban más descendientes.

A partir de estas investigaciones se propuso un concepto de **patrón motor fijo de acción** según el cual había comportamientos que se daban siempre de la misma manera o en forma muy similar en todos los individuos de una especie y que respondían a ciertos estímulos.

Hoy en día sabemos que ambos grupos de investigadores tenían un poco de razón: el comportamiento animal tiene una proporción de condicionamiento operativo y otra de instinto.

Las hormigas van marcando el camino que toman entre su nido y una fuente de alimento que han descubierto. Como las moléculas de feromona se evaporan, el sendero marcado solo subsiste en los caminos más frecuentados, que son los más cortos. Las colonias de hormigas optimizan así la búsqueda de alimentos: una combinación de instinto y aprendizaje.



Respuestas complejas de los patos en el momento de selección de pareja sexual.

Los organismos y los estímulos

En los capítulos 1 y 2 vimos cómo tanto las plantas como los animales perciben los estímulos del ambiente y de su propio medio interno, los procesan y responden a ellos de manera coordinada. En las plantas aprendimos que las raíces detectan la presencia de agua y crecen en esta dirección, que tienen gravitropismo positivo, al contrario que los tallos, que algunas flores se abren o se cierran según la presencia de luz, etc. En los animales comprobamos con numerosos ejemplos la forma en que este grupo de seres vivos capta los estímulos del ambiente: lombrices que perciben la luz o su ausencia, serpientes que pueden "oler" con su lengua, peces que captan los cambios de salinidad del agua de mar, etc. Además de toda esta variedad de posibilidades en cuanto a la captación de estímulos, estudiamos que las respuestas de cualquier organismo están coordinadas o reguladas por algún mecanismo de control, por ejemplo, hormonal.

Si bien los mecanismos de recepción y respuesta a señales tienen formas diversas y cada grupo de seres vivos las procesa de manera diferente, es posible establecer un "patrón" o esquema común para todos estos fenómenos: la **captación del estímulo**, su **procesamiento** y la **respuesta adecuada** por parte del organismo. Y lo que es más importante, la supervivencia de un grupo de organismos depende íntegramente de estos patrones. La evolución es prueba de ello: a lo largo del tiempo se han desarrollado mecanismos de procesamiento y respuesta a las diversas señales del medio. De otro modo, la supervivencia sería imposible.

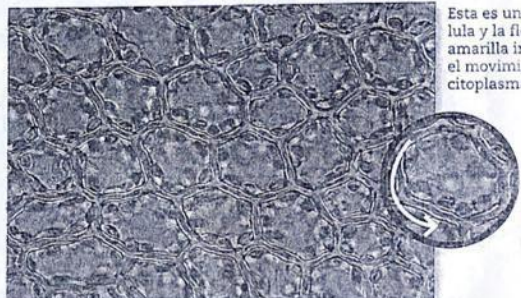
Ahora bien: como seguramente sabés, tanto las plantas como los animales (incluidos nosotros, los humanos) estamos formados por miles y millones de células; somos **pluricelulares**. La **célula** es la unidad estructural y funcional de todos los seres vivos.

Podemos preguntarnos, entonces: el esquema de estímulo-procesamiento-respuesta, ¿se repite también a nivel celular? Las células de un organismo pluricelular, ¿viven aisladas? ¿Responden a los estímulos de su entorno? ¿Qué sucede al respecto con los organismos **unicelulares**, es decir, los que están formados por una sola célula?

Con muchas preguntas y, de a poco, intentaremos responderlas. Pero en principio podemos decir que **todas las**

células son capaces de percibir la información del ambiente. Esta información puede presentarse en forma de estímulo físico, como la luz que incide sobre las células de la retina del ojo o las sustancias químicas presentes en las cercanías de una célula, por ejemplo, moléculas de glucosa cerca de una levadura. Luego, el estímulo o **señal** es procesado y ocurre una **respuesta celular**. Pero, ¡atención! Esta respuesta no es siempre la misma. Según el tipo de estímulo y la clase de célula, puede responder con alguno de los siguientes cambios: reproducirse, diferenciarse (adquirir características especiales y realizar una función determinada), incorporar o degradar nutrientes, sintetizar materiales, secretar o almacenar distintas sustancias, contraerse, propagar señales o morir.

Cuánta información, ¿no? Mejor, vamos por partes. Comencemos por repasar cómo es una célula.



Esta es una célula y la flecha amarilla indica el movimiento del citoplasma.

En respuesta a la luz, las células de las hojas de las plantas comienzan una intensa actividad fotosintética. La evidencia es un movimiento de las organelas dentro del citoplasma llamado **ciclosis**.



Al ser estimuladas por la luz, algunas células de la retina del ojo envían una señal a las células nerviosas. Esa señal desencadena una respuesta que se evidencia con la contracción de la pupila.

Hora de ir al laboratorio

¿Se puede observar la ciclosis con el microscopio? En la página 173 encontrarás la práctica de laboratorio 3 con una propuesta para averiguarlo.

Características de las células

Aunque existen diferentes clases de células (eucariotas y procariotas, animales y vegetales), todas tienen algunas características comunes. Veamos cuáles son:

- Tienen la capacidad de **reproducirse** por sí solas, generación tras generación. Esto es así porque en ellas se encuentra el **ADN**, donde se guarda la **información genética** que se transmite de una célula madre a una hija. En las células eucariotas, el ADN se encuentra dentro del núcleo celular.
- En el interior celular o **citoplasma** se produce una gran cantidad de reacciones químicas o **procesos metabólicos** que aseguran la supervivencia de cada célula. Todos estos procesos ocurren gracias a la presencia de un grupo muy amplio de proteínas, las **enzimas**. Sin ellas, todo sería demasiado lento, y la vida, imposible.
- Están rodeadas por una **membrana plasmática** que las limita y separa del medio que las rodea. Pero atención, ¡no las mantiene aisladas! A través de esta membrana tiene lugar el intercambio de materiales con el entorno y la percepción de estímulos, como veremos a continuación.

Cada célula puede pensarse como un **sistema**, ya que está formada por un conjunto de componentes organizados y relacionados entre sí. Esta relación asegura el funcionamiento celular. Pero además se considera un **sistema abierto**. ¿Por qué? Porque intercambia en forma permanente materia y energía con el medio. Este intercambio está muy relacionado con la respuesta a las señales del ambiente, que mencionamos en la página anterior.

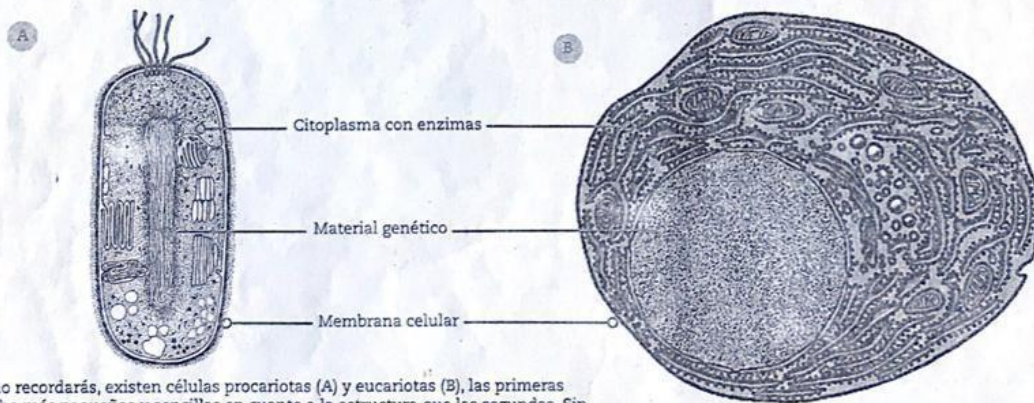
La membrana plasmática

La membrana celular o plasmática no es estática ni rígida. Por el contrario, se mueve en forma permanente. Por eso se dice que responde al modelo de **mosaico fluido** postulado por S. J. Singer y G. L. Nicholson en 1972. La "base" de esta membrana son los lípidos, en su mayoría **fosfolípidos**. Estas pequeñas moléculas tienen una parte "amiga" del agua o **hidrofílica** y otra "enemiga" o **hidrofóbica**.

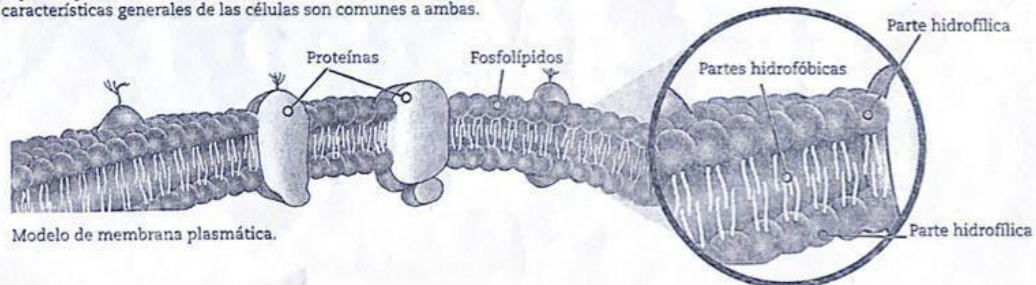
Así están organizados formando una **doble capa**, con las regiones hidrofóbicas en contacto y las hidrofílicas hacia afuera. En la doble capa lipídica se insertan grandes moléculas, las **proteínas**. Algunas quedan incluidas totalmente, otras la atraviesan de lado a lado y otras están apoyadas en la superficie (interna o externa). También tiene algunos **hidratos de carbono**.

Desde el punto de vista funcional, la membrana plasmática posee varias características importantes. La primera que mencionaremos es la **permeabilidad selectiva**. ¿Qué significa esto? Mientras ciertas moléculas o iones (partículas cargadas eléctricamente) pueden atravesar la membrana libremente, otras no pueden hacerlo. De acuerdo con el tamaño de las moléculas y la dirección en la que se conduzcan las sustancias, existen dos tipos básicos de **transporte** a través de la membrana: el **pasivo** y el **activo** (veremos de qué se trata enseguida).

La segunda característica de la membrana es que, en muchos casos, resulta el lugar donde se encuentran los **receptores** encargados de identificar las señales del exterior.



Como recordarás, existen células procariotas (A) y eucariotas (B), las primeras mucho más pequeñas y sencillas en cuanto a la estructura que las segundas. Sin embargo, las características generales de las células son comunes a ambas.



Modelo de membrana plasmática.



Ernest Starling.



William Bayliss realizando la denervación del páncreas en un perro. Los estudios de estos y otros fisiólogos generaron una importante controversia en relación con el uso de animales en las investigaciones científicas.

Los mensajeros químicos

Como viste en capítulos anteriores, una propiedad de los seres vivos es la homeostasis, es decir, el mantenimiento de sus condiciones internas relativamente estables. Esto requiere la coordinación de la información proveniente tanto del exterior como de las actividades internas del organismo, para generar las respuestas adecuadas en el momento preciso. Esta comunicación se produce fundamentalmente a través de señales químicas que “disparan” una serie de reacciones, capaces de originar respuestas en las células donde actúan. Como ya sabés, algunos de esos mensajeros químicos se transmiten a través de las neuronas, pero no son los únicos. Otros mensajes “viajan” a través de la sangre. ¿De qué manera? Para comenzar, veamos cómo y cuándo se identificaron esos mensajeros.

El concepto de “hormona”

A comienzos del siglo xx, los fisiólogos ingleses William Bayliss y Ernest Starling investigaban el funcionamiento del páncreas y su acción en la digestión. Habían observado que ese pequeño órgano ubicado detrás del estómago descargaba sus jugos en el momento en que los alimentos ingresaban en el intestino delgado desde el estómago. Los científicos estaban intrigados por la coordinación de esos eventos. ¿Cómo era que el páncreas liberaba su contenido en el momento “justo”? ¿De qué manera recibía la información? Por aquellos años se creía que el “responsable” era el sistema nervioso, ya que era el único medio de comunicación interna conocido. Esas ideas se debían, en parte, a lo postulado por el ruso Ivan Pavlov, cuyo experimento sobre reflejos condicionados leíste en el capítulo 1. Él explicaba la secreción del jugo gástrico en un perro al poner en su boca un trozo de carne, por la acción del nervio denominado “vago”. En el caso de la producción de jugos pancreáticos, se pensaba que probablemente el ingreso de los alimentos en el intestino delgado estimulaba ciertas terminaciones nerviosas, las que retransmitían el mensaje al páncreas por medio del cerebro o de la médula.

Para probar esa teoría, Bayliss y Starling denervaron el páncreas en un perro, es decir, cortaron todos los nervios que llegaban a ese órgano. Para su sorpresa, observaron que seguía secretando su jugo en el momento oportuno. Continuaron investigando en busca de otro sistema de comunicación y finalmente lograron identificar una sustancia que al ser inyectada en la sangre estimulaba la secreción de jugos en el páncreas denervado de un animal, aunque este no estuviera comiendo. Concluyeron entonces que, en condiciones normales, el ingreso de los alimentos estimulaba la mucosa o cubierta interna del intestino, la cual secretaba una sustancia que “viajaba” por la sangre hasta el páncreas, y desencadenaba la liberación de sus jugos digestivos. Bayliss y Starling dieron a dicha sustancia el nombre de **secretina**, y plantearon que esos mensajeros químicos podían actuar “a distancia” sobre otros órganos. Los llamaron **hormonas** en alusión a una palabra griega que significa “excitar a la actividad”. Hoy se sabe que la hormona secretina es una pequeña molécula de proteína.

Las investigaciones en los siglos XIX y XX

El gran naturalista Aristóteles había descrito, en el siglo IV a.C., las consecuencias de la castración (extirpación de los testículos) en la conducta de los gallos, pero pasaron más de 2.000 años hasta que el médico alemán Arnold Adolph Berthold corroboró las ideas del antiguo griego. Mediante los experimentos realizados en 1849, comprobó que los testículos secretaban cierta sustancia fundamental para mantener los caracteres sexuales de los gallos y su comportamiento social, que se veía modificado en los animales castrados. La reimplantación de los testículos en diferentes partes del cuerpo del animal, sin restablecer las conexiones nerviosas, restituía los caracteres sexuales perdidos, tales como el tamaño de la cresta, el canto y la conducta agresiva. Ya los antiguos médicos habían utilizado la "organoterapia", porque creían que un órgano enfermo podía ser curado mediante la ingesta del mismo órgano sano. Y en el siglo XVI, Paracelso aseguraba que la mejor cura para un órgano enfermo era la administración o el implante de un órgano similar.

Un año después de las experiencias de Berthold, el médico británico Thomas Addison confirmó la relación existente entre una lesión en las glándulas suprarrenales (ubicadas encima de cada riñón) y la enfermedad que lleva su nombre. Previamente, ciertos experimentos habían demostrado que la inyección de un extracto de esas glándulas podía aumentar la presión sanguínea. En 1901, el químico japonés Jokichi Takamine identificó y purificó la sustancia responsable y la denominó **adrenalina**, y en 1902, Bayliss y Starling presentaron en sociedad a su secretina. Muchos otros estudios se realizaron antes y después del "hallazgo" de esta primera hormona. Los endocrinólogos pioneros sostenían que cada glándula producía su propio mensajero químico con un determinado efecto. Las nuevas investigaciones fueron ampliando el conocimiento acerca de la interrelación entre las glándulas, y las consecuencias de la deficiencia o el exceso de las hormonas que producen.

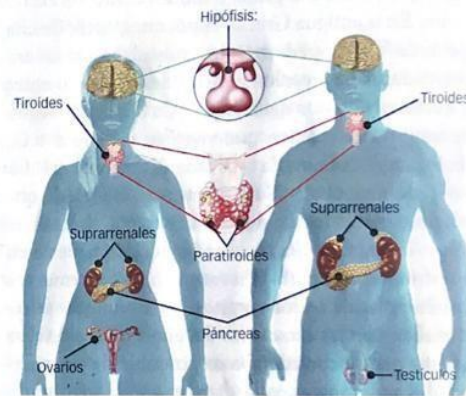
ACTIVIDADES

- ¿Qué relación podría establecerse entre el concepto de *consensus partium* y la "organoterapia"?
- ¿En qué se parecen y en qué se diferencian los experimentos de Berthold y los de Starling y Bayliss?

Las glándulas endocrinas

Las hormonas son sustancias producidas en órganos llamados glándulas **endocrinas**, que se denominan así debido a que sus secreciones son liberadas "dentro" del cuerpo. Están formadas por grupos de células productoras de hormonas, y rodeadas por una red de capilares sanguíneos hacia donde se vuelca su contenido, que se distribuye a través de la sangre por todo el organismo.

Existen otras glándulas que no producen hormonas, como las lacrimales o las sudoríparas, cuyas secreciones se liberan fuera del organismo o en una cavidad interior, y se denominan **exocrinas**.



Las únicas glándulas endocrinas que difieren entre varones y mujeres son las gónadas o glándulas sexuales: ovarios y testículos.

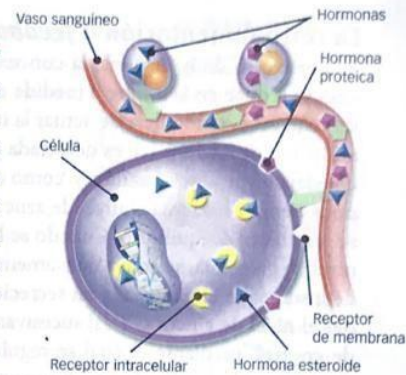
EL DETALLE

¿Se acumulan las secreciones glandulares?

Las células que producen secreciones, en general, están polarizadas, es decir, sintetizan sustancias en una parte de la célula y las liberan por otra. La mayoría de las sustancias que salen de la célula lo hacen en vesículas rodeadas por membrana, tal como se explicó en el capítulo 5 con los neurotransmisores. ¿Y cuánto tiempo se almacenan estas secreciones en las glándulas? Depende. La mayoría, hasta que se provoca su liberación por un estímulo, que puede ser otra hormona o un neurotransmisor. Una vez en la sangre, circulan en ella hasta que ejercen su acción o son degradadas. Otras sustancias no son empaquetadas, y salen de las células secretoras pasados unos minutos de su síntesis.

Los receptores hormonales

¿Cómo y dónde ejercen su efecto las hormonas? Se liberan en pequeñas cantidades y provocan distintas respuestas. Del mismo modo que un neurotransmisor se une a receptores específicos en la membrana postsináptica neuronal, una hormona ejerce su efecto solo en las células que tienen en sus membranas receptores para ella, en los que "encajan" como una llave en su cerradura. Por lo tanto, si bien una hormona llega por la sangre a todos los tejidos, solo ejerce su acción en las células de órganos específicos llamados **órganos blanco**. Este mecanismo de acción corresponde a las hormonas de naturaleza proteica, como la insulina. En cambio, las hormonas esteroides, como las sexuales, se unen a receptores que se ubican en el interior de las células.



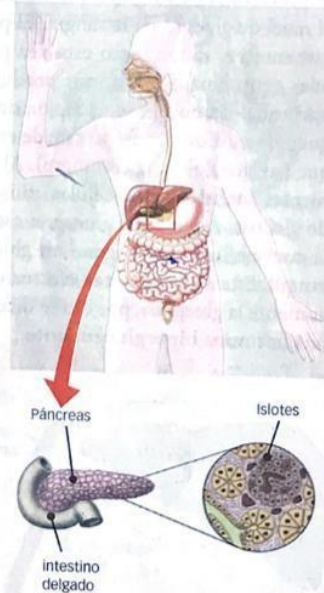
Algunas hormonas se unen a receptores presentes en la membrana de las células, y otras, a receptores que se encuentran en el citoplasma.

Las hormonas y la homeostasis: el control de la glucemia

¿Cómo actúan los sistemas nervioso y hormonal para mantener la homeostasis? Veamos un ejemplo. Por la sangre circulan muchas sustancias, una de ellas es la **glucosa**. Este azúcar que obtenemos de los alimentos interviene en el proceso de respiración celular, mediante el cual las células obtienen la energía para realizar todas sus funciones. La cantidad de glucosa presente en la sangre se denomina **glucemia**, y debe mantenerse dentro de ciertos valores para el normal funcionamiento del organismo. Cuando el valor de glucosa sanguínea es superior al normal, hablamos de **hiperglucemia** y cuando es menor, de **hipoglucemia**. ¿De qué dependen esos niveles? Del ritmo de utilización de la glucosa, de la cantidad ingerida, y también de la que produce el propio organismo a partir de sustancias como los aminoácidos.

¿Cómo se mantienen los valores normales de glucemia? Además de fabricar jugos digestivos, el páncreas produce y libera dos hormonas: la **insulina** y el **glucagón**. La respiración celular ocurre en el citoplasma y en ciertos orgánulos, por lo tanto es preciso que la glucosa presente en el torrente sanguíneo ingrese en las células. Esto ocurre gracias a la acción de la insulina producida por las células beta, un tipo de células presentes en el páncreas. ¿Qué efecto tiene la insulina? Estimula la captación y utilización de glucosa por parte de las células, principalmente de las que forman los músculos esqueléticos y el corazón. Además, activa la transformación de glucosa en **glucógeno** (una sustancia que se almacena en el hígado y en los músculos), e inhibe la descomposición de las grasas y estimula su síntesis, lo que hace disminuir el nivel de ácidos grasos en la sangre. Sin insulina, la glucosa no puede ingresar en las células, permanece en la sangre y se produce hiperglucemia. Esa glucosa en exceso se elimina con la orina, lo que se denomina **glucosuria**.

¿Cuándo se produce y se libera insulina? Al aumentar la glucemia, por ejemplo, luego de una comida. Debido a que reduce la concentración de azúcar en la sangre, se dice que la insulina es una hormona **hipoglucemiante**.



El páncreas está ubicado detrás del hígado y del estómago. Su estructura interna no es homogénea y pueden distinguirse regiones o zonas, como los islotes de Langerhans, formados por células productoras de hormonas.