

11

RELACIÓN Y BIODIVERSIDAD

La vida y la relación

Todos los seres vivos, conformados por una sola célula o por muchas de ellas, tienen la superficie de su cuerpo expuesta al medio que los rodea. En esa superficie hay receptores o sensores que captan gran variedad de estímulos y que les permiten responder de una u otra forma a las señales recibidas.

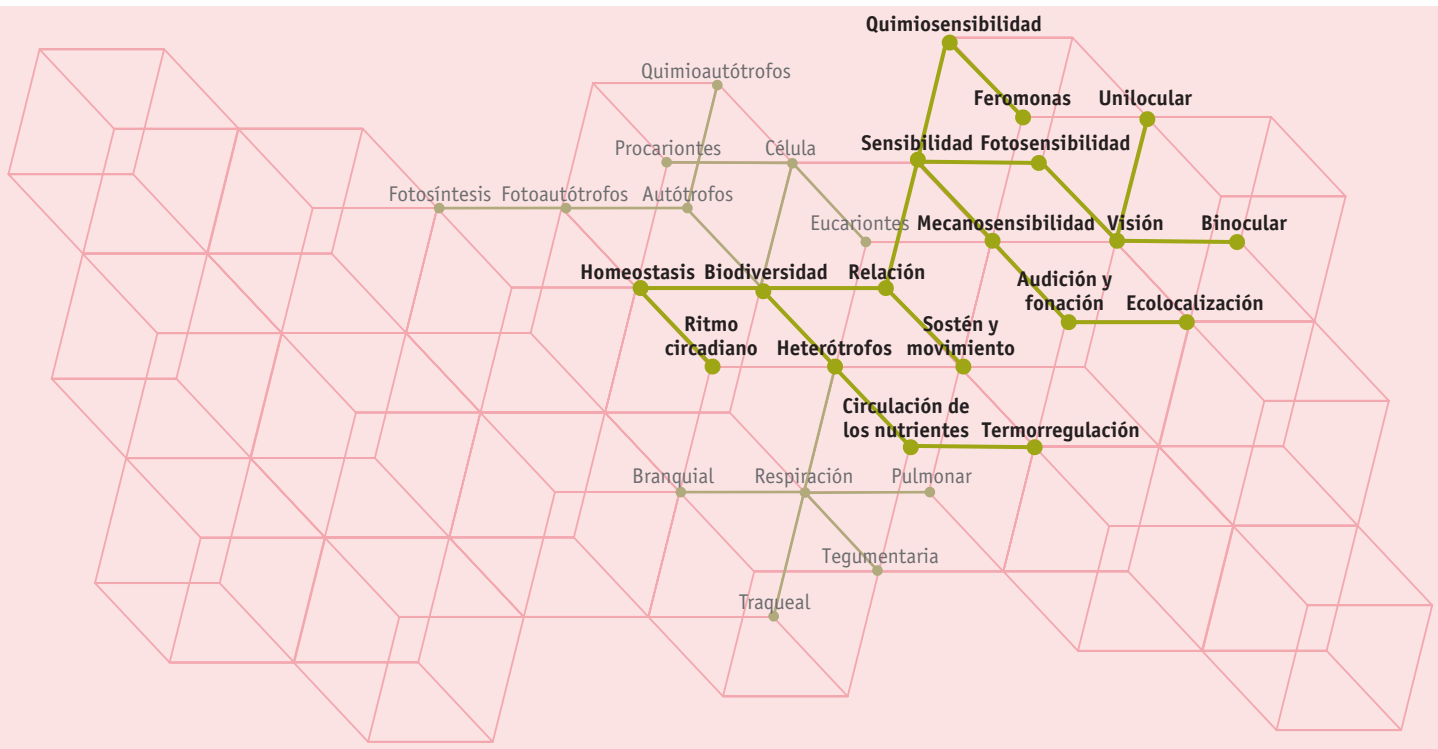
En los seres vivos de organización más sencilla, como los unicelulares, los receptores pueden ser determinadas porciones de la membrana plasmática, especializadas en la detección de ciertos estímulos como la luz, el calor o un medio ácido. Por ejemplo, cuando se derrama petróleo en el mar, muchos organismos unicelulares marinos detectan éste y otros hidrocarburos de bajo peso molecular y mueren.

Muchos organismos pluricelulares, en cambio, tienen estructuras, órganos o un conjunto de ellos, especializados en la recepción de ciertas señales, como los sentidos de los animales.

El topo nariz de estrella vive en túneles que excava con sus fuertes uñas. Su sistema de recepción de estímulos más especializado es el órgano táctil con forma de estrella que rodea su nariz. El sensible órgano está compuesto por 22 tentáculos carnosos cubiertos por numerosos poros sensoriales que también tienen forma de estrella. Este extraño animal tarda 325 milisegundos en detectar la presencia de una lombriz, su principal alimento, y engullirla.

Ameba y topo nariz de estrella.

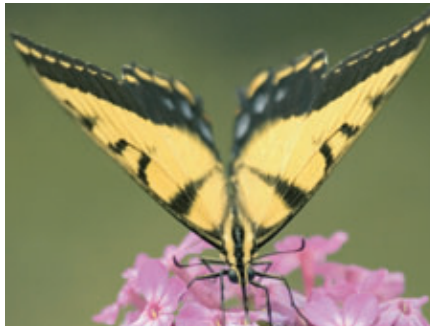




Recepción de estímulos en los animales

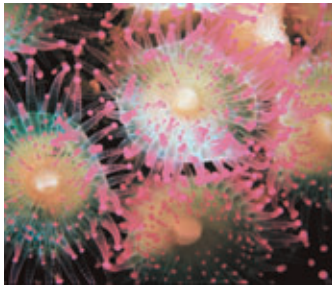
Además de ser organismos eucariontes, multicelulares y heterótrofos, los animales comparten otra propiedad que les permite obtener información sobre el medio externo: la recepción de señales o sensibilidad. Según el tipo de señal que estimula los receptores, la **sensibilidad** puede clasificarse en:

- **quimiosensibilidad:** propiedad en la que intervienen quimiorreceptores que detectan moléculas específicas;
- **mecanosensibilidad:** propiedad en la que participan mecanorreceptores que captan deformaciones, estiramientos, vibraciones y sonidos;
- **fotosensibilidad:** propiedad en la que fotorreceptores se sensibilizan cuando reciben ondas lumínicas; y
- **termosensibilidad:** propiedad en la que termorreceptores detectan radiación infrarroja.



En general, los ojos de las aves están muy desarrollados. Pero, a diferencia de los mamíferos, tienen los ojos fijos en las órbitas y deben mover la cabeza para dirigir la visión.

En los insectos, las antenas son órganos muy sensibles a las vibraciones. Los órganos de percepción acústica de las mariposas están en la base de sus antenas.



Las anémonas perciben la cercanía del alimento a través de quimiorreceptores que poseen en la superficie de su cuerpo y reaccionan extendiendo sus tentáculos hacia el lugar donde se encuentra el material alimenticio.



En sus patas, las moscas tienen quimiorreceptores con los que detectan azúcares, proteínas y otras moléculas. Cuando estos insectos se posan sobre un alimento, están "saboreándolo".



El órgano de Jacobson de las serpientes, culebras y lagartos les facilita la búsqueda de pareja y de presas ocultas.

QUIMIOSENSIBILIDAD La **quimiosensibilidad** o **quimiorrepción** es una propiedad característica de los animales y para muchos de ellos es la forma principal de obtener información sobre variaciones en el ambiente. Estos organismos reciben señales químicas del medio exterior a través de los **quimiorreceptores**. Dichos estímulos se transforman en información (**transducción de la señal**) que puede originar cambios tanto en el comportamiento como en la fisiología de los animales.

Los quimiorreceptores son neuronas con parte de su superficie ciliada y en contacto con un medio húmedo, en el que se disuelven las sustancias químicas. Estas células sensoriales pueden estar distribuidas en la superficie corporal, o agrupadas en una región específica conformando un órgano sensitivo.

Las lombrices de tierra pueden detectar el grado de acidez del suelo porque sus quimiorreceptores están distribuidos por toda la superficie del cuerpo. Por ejemplo, algunas especies no construyen galerías en suelos muy ácidos.

La quimiorrepción a distancia es muy importante en los animales que se desplazan de un lugar a otro. Les permite localizar el alimento, detectar sus predadores y seleccionar un lugar, una pareja o reconocer a su cría.

En los vertebrados, los quimiorreceptores se encuentran organizados en **órganos del gusto y del olfato**.

Según su capacidad olfativa, los vertebrados pueden ser clasificados en **macrosmáticos**, cuya olfacción está muy desarrollada; y **microsmáticos**, de muy pobre sentido del olfato. En general, los mamíferos, los reptiles y los peces son seres macrosmáticos; las aves y los anfibios, en cambio, son microsmáticos.

En las serpientes y lagartos, el olfato está localizado en el techo de la boca, en una región denominada **órgano de Jacobson**. Cuando estos reptiles sacan su lengua bífida, quedan atrapadas allí moléculas de diversas sustancias disueltas en el aire que son transportadas al órgano de Jacobson, donde son percibidas por los quimiorreceptores que contiene. Por eso los especialistas consideran que estos animales usan su lengua como órgano del olfato, y no del gusto como los humanos.

Entre los peces, aquellos que viven en aguas superficiales y en agua dulce poseen muy poco olfato. En cambio, los machos que habitan las profundidades marinas tienen este sentido muy desarrollado y son atraídos por los olores específicos que emiten las hembras, a las que no podrían distinguir de otra manera debido a la oscuridad de ese ambiente.



En la mayoría de los mamíferos, el sentido del gusto se encuentra en la boca y el del olfato en el interior de la nariz.



Las ballenas no tienen olfato porque carecen de receptores olfatorios.



En sus antenas, las hormigas tienen quimiorreceptores con los que captan el alimento y se comunican entre sí. Mientras se dirigen hacia el alimento, estos insectos segregan feromonas que determinan el camino hacia el material alimenticio.



Entre las abejas, las feromonas son importantes en la división social de la colmena. La reina regula el ciclo reproductor por medio de una feromona que inhibe el desarrollo de los ovarios de las obreras y atrae a los machos hacia ella durante el vuelo nupcial.



El macho de las mariposas del gusano de seda es atraído por una feromona liberada por la hembra. Cada antena del macho tiene aproximadamente 10 000 pelitos quimiorreceptores con los que capta esta sustancia a varios kilómetros de distancia.

Una de las formas en que los individuos de la misma especie se comunican entre sí está relacionada con su quimiosensibilidad. Resulta difícil para los humanos concebir una comunicación basada en señales químicas, sobre todo porque nuestra cultura se basa en un lenguaje visual y auditivo. Sin embargo, muchos animales se comunican a través de ciertas sustancias denominadas feromonas.

Las **feromonas** son hormonas que los organismos liberan en el ambiente en muy pequeñas cantidades. Estos mensajeros químicos pueden ser detectados a gran distancia, por contacto directo o por vía oral. En cada caso, las feromonas desencadenan respuestas específicas en el individuo que recibe el mensaje. Por lo tanto, este tipo de quimiosensibilidad requiere de estructuras especializadas tanto en el emisor como en el receptor del mensaje.

Las feromonas intervienen en la atracción de individuos entre sí; en la identificación de los miembros de su propia especie y diferenciación con los individuos de otra; en el rastreo de una fuente de alimento o del nido; y en la marcación del territorio. De acuerdo con estas actividades, las feromonas son clasificadas en dos categorías principales:

- **feromonas inhibitorias**, liberadas en situaciones de defensa y protección; y
- **feromonas activadoras**, liberadas para señalar un camino, una presencia o desencadenar un complejo proceso reproductivo.

Las hormigas son insectos sociales que se comunican a través de múltiples “lenguajes químicos”. Los científicos han estudiado cerca de diez tipos de feromonas diferentes entre sí, que las hormigas liberan en múltiples y variadas situaciones, como por ejemplo, en la orientación hacia el alimento y en el aviso de peligro.

La orientación hacia el alimento la origina una feromona liberada por una glándula específica de la región posterior del abdomen de las hormigas obreras, que escurre por una estructura con forma de dardo. A intervalos regulares, estas hormigas apoyan el dardo sobre el suelo y cae una minúscula gota de la señal química. Esta sustancia atrae a las demás hormigas, quienes a su paso dejan una marca similar.

Ciertas hormigas también liberan feromonas de alarma que producen en una glándula de su mandíbula. Cuando una hormiga detecta peligro, emite esta feromona que provoca la aproximación de otras que también liberan esta señal química. Cuanto mayor es el peligro, mayor es el número de estos insectos dispuestos para la defensa.

Aun después de muertas, las hormigas despiden una feromona cuyo olor hace que rápidamente las obreras echen el cadáver fuera del hormiguero.

Los mamíferos emiten feromonas a través de la orina, las heces o las secreciones de determinadas **glándulas odoríferas**.

Las glándulas más odoríferas son las que algunos mamíferos poseen en la región perineal y subcaudal. Los zorrinos son animales que se caracterizan por la potencia y persistencia de su olor.

Las alormonas

Estas sustancias son feromonas que intervienen en la quimiosensibilidad entre especies diferentes entre sí. Es decir, son liberadas por un individuo de una especie y condiciona el comportamiento de los de otra especie.

La reproducción de la pulga del conejo, por ejemplo, depende estrictamente del ciclo reproductor de la hembra del conejo. La cría de conejo libera una alormona que estimula en el parásito su apareamiento y puesta de huevos.

CON-CIENCIA EN LOS DATOS

Las mariposas segregan muy poca cantidad de feromonas y, aun esas pequeñas cantidades, los machos las detectan a grandes distancias. Para extraer 12 mg de la feromona de la mariposa del gusano de seda, los especialistas tuvieron que usar 250 000 insectos. Con la cantidad de feromona que libera una sola hembra, se podría excitar a más de 1 millón de machos.

Los cultivos y las feromonas

La carpocapsa es un tipo de oruga que preda las frutas de pepita (semillas), como las peras, las manzanas y los membrillos. Su nombre científico es *Cydia pomonella* y ocasiona graves pérdidas en la actividad frutihortícola del Alto Valle del Río Negro y del Neuquén.

Antes del invierno, las orugas se esconden debajo de la corteza de los árboles y allí se cubren con un fino hilo de seda, formando un capullo. A fin del invierno, se transforman en pupa y ésta en mariposa. En la primavera, emergen los adultos, machos y hembras, que copulan y depositan los huevos de los que nacerán larvas de aproximadamente 1,5 mm.

Las larvas buscan un fruto, se introducen en él, se alimentan de las semillas y crecen. Cuando tienen una longitud de aproximadamente 16 a 22 mm, salen del fruto y se descuelgan sostenidas por un hilo de seda hasta

encontrar un refugio. Allí, se transforman en pupa y luego en mariposa.

Los cultivadores de frutos de pepita controlan la carpocapsa mediante variados métodos.

El control químico consiste en pulverizar las plantas con biocidas específicos, antes de que los frutos sean invadidos por las orugas. Sin embargo, actualmente la tendencia en control de plagas es la de buscar alternativas no contaminantes.

En general, el control biológico es un método de muy baja contaminación. La técnica de la confusión sexual (TCS) consiste en el uso de feromonas para erradicar la carpocapsa.

Cuando las hembras adultas de carpocapsa pueden aparearse, liberan feromonas que los machos detectan a cientos de metros de distancia.

Mediante la TCS se colocan emisores de feromona sintética en todo el predio del cultivo. Entonces, los machos captan muchas fuentes de señales químicas simultáneamente y no pueden encontrar a las hembras para fecundarlas.



Muchos crustáceos tienen estatocistos en la base de sus antenas. Estos organismos perciben su posición y se orientan por el movimiento del estatolito dentro del estatocisto.

MECANOSENSIBILIDAD En la vida animal, la **mecanosensibilidad** o **mecanorrecepción** permite percibir la posición del cuerpo con respecto a la gravedad y mantenerlo en equilibrio. En general, los mecanorreceptores que intervienen en el mantenimiento del equilibrio son células sensibles y ciliadas similares a las que contiene el oído interno humano. Según el lado hacia donde se flexionan las cilias de estas células, la señal se transduce en información sobre la posición del cuerpo en el espacio.

En muchos invertebrados, los **estatocistos** son estructuras conformadas por una cámara revestida internamente por células sensibles ciliadas, rellena con un fluido y con un pequeño cuerpo sólido denominado **estatolito**. Cuando el animal cambia de posición, el estatolito se desplaza según la fuerza de gravedad y dobla las cilias de las células donde se apoya. Entonces, éstas se sensibilizan y generan una serie de impulsos nerviosos que informan al animal sobre su posición en el espacio.

Muchos crustáceos como los langostinos y los camarones, tienen estatocistos en la base de sus antenas. Si en uno de estos animales se reemplaza el estatolito por un trocito de hierro, al acercarle un imán puede lograrse que nade con el dorso hacia abajo.

Como los invertebrados, los vertebrados también tienen receptores del equilibrio. En estos animales estos mecanorreceptores están en el **oído interno** y están compuestos por células sensitivas ciliadas, conectadas con fibras nerviosas, líquido y pequeñas piedras llamadas **otolitos**.

A través de la mecanorrecepción, muchos animales también pueden percibir vibraciones del medio que los rodea, el agua o el aire.

En algunos animales, los receptores de vibraciones son células ciliadas ubicadas en ranuras longitudinales que contienen un fluido y que se abren al exterior mediante poros.



1. Reúnan en grupos los organismos de todas las imágenes de las páginas anteriores teniendo en cuenta su quimiosensibilidad y la clasificación de las páginas 245 y 246.

2. Busquen información sobre la organización entre los insectos denominados "sociales".

En los arácnidos que producen tela de araña, por ejemplo, estas ranuras u **órganos en hendidura** están en las articulaciones de las patas y en la región ventral del cuerpo. Cuando un insecto queda atrapado en la tela de araña, mientras intenta desprenderse hace vibrar el tejido. Estas vibraciones son detectadas por los órganos en hendidura que las arañas tienen en sus patas.

En los peces, los receptores de vibraciones son células ciliadas ubicadas en un canal a cada lado del cuerpo. Este canal sensorial, llamado **línea lateral**, está por debajo de las escamas y capta los movimientos del pez y las vibraciones del agua que producen posibles predadores o presas.

Muchos animales pueden percibir, reconocer y producir sonidos emitidos por los animales de su propia especie. La percepción de sonidos o **audición** es posible por la sensibilidad de mecanorreceptores específicos.

Algunos insectos adultos tienen receptores del sonido de estructura muy sencilla, compuestos por células ciliadas que captan vibraciones y pueden estar localizadas en cualquier parte del cuerpo. Otros insectos tienen un órgano receptor más complejo, el **órgano de Johnson**, generalmente ubicado en la base de las antenas de mariposas, abejas, avispa, hormigas, moscas y mosquitos.

En las antenas de los mosquitos macho, por ejemplo, este órgano detecta, entre otros, los sonidos emitidos por la hembra en vuelo. Esta percepción favorece su encuentro para el posterior apareamiento.

Otros insectos tienen pares de **órganos timpánicos** especializados, sensibles a las vibraciones sonoras o ultrasónicas, es decir, a frecuencias imperceptibles para el oído humano. Estos pueden estar localizados en el tórax como en las mariposas o en las patas en los grillos y saltamontes.

En los **vertebrados**, el **oído** es un órgano especializado en la percepción del sonido. Si bien todos tienen oído interno, no todos oyen. Los peces cartilaginosos y muchos peces óseos son sordos porque carecen de oído medio.

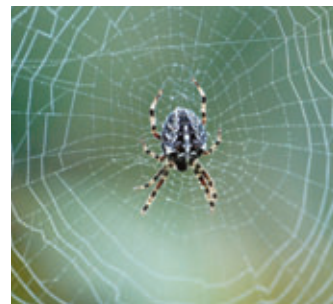
Algunos peces óseos, como los bacalao y los arenques, poseen una cadena de huesecillos entre la vejiga natatoria, receptor primario del sonido, y el oído interno. Estos huesecillos funcionan como transmisores del sonido.

Los demás vertebrados poseen un oído medio que transmite y amplifica las ondas sonoras hacia la región acústica del laberinto. En el oído medio de muchos **anfibios**, de la mayoría de los reptiles y de las aves hay un pequeño hueso en forma de varilla, la **columela**, que transmite y refuerza las vibraciones desde la membrana timpánica hasta el oído interno.

Dentro del grupo de los reptiles, las serpientes no tienen tímpano ni oído medio, por eso se las considera sordas.



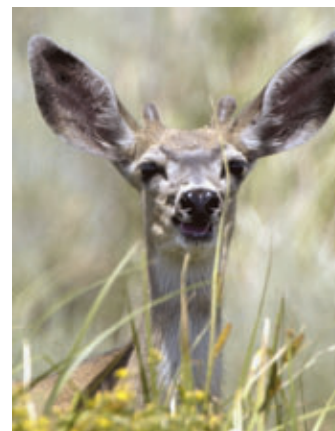
Entre los reptiles, todos los lagartos tienen los tímpanos visibles, mientras que las serpientes carecen totalmente de conducto auditivo.



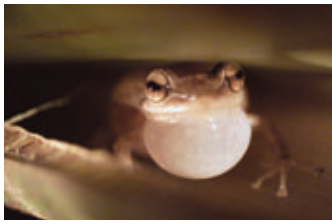
Cuando un insecto queda capturado en una tela de araña, las vibraciones "avisan" a la araña de su presencia. Entonces se desplaza rápidamente hacia la presa, la devora o la envuelve con seda para ingerirla después.



Cuando un banco de peces se desplaza y cambia de dirección, cada individuo produce una onda de choque lateral que detectan los vecinos.



Los mamíferos son los únicos vertebrados que tienen, por lo general, grandes pabellones móviles u orejas que intervienen en la captación de los sonidos.



El estudio del croar de muchos anfibios permite la identificación de especies. La amplitud del sonido que emiten varía según el grado de dilatación de su aparato fonador.



Los monos aulladores emiten sonidos similares al rugido de los leones macho. Sus aullidos pueden ser percibidos a 3 km de distancia, y a 5 km cuando grita todo un grupo.



El oído medio de los **mamíferos** posee tres huesecillos transmisores del sonido: el **martillo**, el **yunque** y el **estribo**. También tienen **oído externo** con un **conducto auditivo externo** largo que finaliza en el **tímpano**.

Los medios por los cuales los animales se comunican entre sí son variados. El estudio de la comunicación animal se ha desarrollado mucho en los últimos años debido a los avances tecnológicos. Por ejemplo, la investigación sobre la comunicación sónica se ha beneficiado a partir de la tecnología electrónica, que ha permitido a los especialistas obtener registros gráficos de los sonidos que producen muchos animales.

La **bioacústica** es una disciplina joven de la zoología que estudia la emisión (**fonación**) y la recepción de sonidos (**audición**) en la vida animal.

Aunque muchos insectos, crustáceos y arácnidos producen sonidos, no existen pruebas fehacientes de que todos ellos sean capaces de percibirlos.

Los insectos pueden producir una variedad de sonidos de múltiples maneras: algunos los producen golpeando ligeramente un sustrato sólido con la cabeza, otros mediante vibraciones de su cuerpo, chasqueando las alas cuando vuelan o por medio del frotamiento de una parte del cuerpo contra otra. Los insectos utilizan los sonidos como un medio de comunicación, principalmente antes del apareamiento, para delimitar territorio y como un medio defensivo.

La **estridulación** es un tipo de emisión de sonido característico de los machos de langostas y grillos, originado por el frotamiento de las patas traseras contra ciertas partes duras de las alas.

Los animales marinos como los peces, los pinípedos (lobos y elefantes marinos, entre otros) y cetáceos (ballenas, orcas y delfines) producen sonidos que intervienen en la comunicación, la defensa, la intimidación y la orientación.

Entre los peces, los sonidos pueden ser producidos por el rechinar de las mandíbulas, la erección brusca de las aletas y el frotamiento de unos huesos contra otros. Estos movimientos son particularmente importantes en los peces que se desplazan en grandes cardúmenes. Los cambios rápidos de dirección de los bancos de peces son originados por la emisión y recepción de estos sonidos.

Los peces también producen sonidos a través de su vejiga natatoria, que actúa como una caja de resonancia de las vibraciones generadas cuando la llenan de aire o la liberan de este fluido.

Eclocalización

Se denomina **ecolocalización** la propiedad de algunos animales de percibir su entorno a través del eco o sonido reflejado. Los murciélagos y muchos cetáceos, como los delfines y las orcas, se orientan y detectan sus presas por ecolocalización. Los murciélagos producen dos tipos de sonidos: unos perceptibles para el oído humano, y otros inaudibles porque pertenecen a frecuencias que este órgano no registra (**ultrasonidos**). Estos animales producen sonidos con la laringe, que tiene una estructura diferente de la del resto de los mamíferos. El sonido es producido por membranas muy finas que vibran cuando las atraviesa un potente chorro de aire. En algunos murciélagos el sonido sale por la boca; otros lo emiten a través de la nariz mientras

vuelan con la boca cerrada.

Los oídos de los murciélagos captan la reflexión o eco de los ultrasonidos que producen. Si bien varían en cada especie, en general los oídos están compuestos por un gran pabellón auricular que pueden mover y orientar hacia la fuente de reflexión del sonido. El oído interno es una estructura receptora de mucha sensibilidad, además las regiones auditivas del cerebro están muy desarrolladas. Los cachalotes, los delfines, las orcas y las marsopas emiten una amplia gama de sonidos, como el silbido, el cliqueo y otros más complejos. El primero lo usan en la comunicación entre los individuos de su misma especie. El cliqueo, en cambio, está relacionado con su orientación por ecolocalización.

TERMOSENSIBILIDAD Algunos animales pueden detectar la radiación infrarroja. Algunos reptiles, como las serpientes yará y cascabel, tienen estructuras especializadas llamadas **fosetas termorreceptoras**. Su localización varía según las especies pero, en general, se encuentran entre los orificios nasales (narinas) y los ojos. Las fosetas son pequeñas depresiones con numerosos receptores que detectan la radiación infrarroja emitida por sus presas.

Entre los invertebrados, los mosquitos tienen receptores termosensibles que captan los cambios de temperatura del ambiente.

Las últimas investigaciones demostraron una relación directa entre las variaciones de la temperatura ambiental y el ciclo biológico de estos insectos. Por ejemplo, cuando aumenta la temperatura, los mosquitos que transmiten el dengue se reproducen con mayor velocidad, al igual que los virus en su interior.

FOTOSENSIBILIDAD Casi todas las especies animales tienen células u órganos fotorreceptores.

Los grupos de invertebrados tienen gran variedad de fotorreceptores: desde células que reaccionan con la presencia o ausencia de luz, hasta ojos complejos, similares a los de los humanos.

Los invertebrados que no tienen ojos pueden responder a señales luminosas porque poseen una **fotosensibilidad difusa** que a veces puede ser más intensa en determinadas regiones. La piel de las lombrices, por ejemplo, tiene fotorreceptores distribuidos por su superficie que solo distinguen la luz de la oscuridad.

Los fotorreceptores de otros invertebrados pueden ser de estructura sencilla, como los ocelos, u órganos complejos como los ojos compuestos de algunos artrópodos y los ojos de los moluscos cefalópodos.

Los **ocelos** son grupos de células con pigmentos y células fotorreceptoras conectadas con fibras nerviosas, que solo perciben cambios de intensidad de la luz. Cada ocelo está compuesto por células sensibles a las ondas lumínicas, un pigmento que absorbe el exceso de luz, una lente y una cubierta protectora.

En algunos animales, los ocelos están en la cabeza y generalmente son dos. En otros están alrededor del cuerpo, lo cual permite a esos animales recibir información desde todas direcciones.

Los **ojos compuestos** de los insectos y de muchos crustáceos están constituidos por un número variable de unidades visuales denominadas **omatidios**. El ojo compuesto forma una imagen en mosaico, pues la luz de las distintas partes del objeto se registra en omatidios diferentes. Cualquier pequeño cambio de posición del objeto estimula nuevos omatidios; por ello el ojo compuesto es muy eficiente en la detección de movimientos, aunque la imagen que forma no es muy nítida.

Los **ojos** de los cefalópodos y de los vertebrados son semejantes a los humanos y similares a una cámara fotográfica. La diferencia más importante es que, en los cefalópodos, en los peces y en los anfibios, el enfoque se realiza por movimientos de avance y retroceso del cristalino y no por cambios en su curvatura, como en los mamíferos.



Las serpientes cascabel detectan las radiaciones infrarrojas que emiten sus presas y pueden capturarlas con precisión aun en la oscuridad total.



Moluscos como los calamares y los pulpos tienen los ojos de mayor complejidad entre los invertebrados.



Las abejas y las mariposas son ciegas para el color rojo, pero pueden ver las radiaciones ultravioletas. Estos insectos son atraídos por la luz ultravioleta reflejada por ciertas flores. Las abejas distinguen el azul y el amarillo entre todos los colores del espectro visible.

Los ojos de los insectos son órganos compuestos formados por unidades llamadas omatidios. Cada omatidio es un ojo independiente, con su cristalino y sus fotorreceptores agrupados en una retina.

Tamaño de los ojos de algunos animales (diámetro):

- ratón gris: 3 mm;
- conejo: 1,5 cm;
- humano: 2,5 cm;
- elefante: 4 cm;
- caballo: 5 cm;
- elefante marino: 7 cm;
- rorcual azul: 14 cm; y
- calamar gigante: 38 cm (el mayor entre los animales).

Cantidad de omatidios por ojo compuesto:

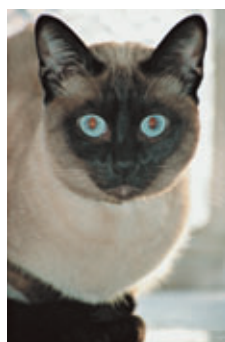
- de la mosca doméstica: 4000; y
- de la libélula: 28 000.



En relación con el tamaño del cuerpo, los ojos de los tarseros son los más grandes entre todos los mamíferos.



Las aves rapaces poseen tal agudeza visual que pueden distinguir un ratón a 500 m de distancia.



En los felinos, en presencia de luz el iris se contrae y deja a la pupila con forma de rendija. En la oscuridad, en cambio, el iris distendido deja una pupila circular.



La mayoría de los vertebrados poseen los ojos en posición lateral y cada uno de ellos abarca un campo visual diferente, **visión unocular**. Pero el hombre y los demás primates, los mamíferos cazadores, algunas aves de rapiña y algunos insectos como la *Mantis religiosa*, tienen **visión binocular**, ya que ambos ojos pueden enfocar el mismo objeto y ambos campos visuales se superponen. La **visión estereoscópica** o tridimensional les permite percibir la distancia y facilitar la captura de la presa.

Los vertebrados terrestres poseen párpados móviles por delante de cada ojo, humedecidos con secreciones glandulares. En muchos, existe un tercer párpado, la **membrana nictitante**, que suele ser transparente y que también se ubica por delante del ojo.

Sobre la visión cromática, para los científicos es bastante difícil determinar si el resto de los animales distinguen los colores como los humanos. Incluso, también es imposible decidir si una persona ve los mismos colores que otra.

A excepción de los artrópodos y de los moluscos cefalópodos, el resto de los invertebrados carecen de visión cromática.

Entre los vertebrados, parece no haber discusión sobre la visión cromática de muchos peces óseos, anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Sin embargo, aún hay gran incertidumbre sobre este tipo de visión en los gatos y los perros.

Si bien los humanos y muchos vertebrados tienen visión cromática, sus fotorreceptores son insensibles a la radiación ultravioleta. Los insectos, en cambio, perciben esta radiación como un color.



Los ojos grandes y dispuestos frontalmente permiten a los primates y a algunas aves rapaces la visión binocular y tridimensional.



LA NOTABLE HABILIDAD DE LOS ANIMALES PARA PERCIBIR EL DESASTRE CON GRAN ANTELACIÓN

Los elefantes lo supieron mucho antes

WASHINGTON

En Khao Lak, 75 km al norte de Phuket, a lo largo de la costa occidental de Tailandia, docenas de elefantes destinados a entretener a los turistas **comenzaron a sonar sus trompas como cornos estruendosos** mucho antes de que el tsunami causara una de las mayores tragedias de la historia. Esos gritos se iniciaron simultáneamente en el preciso instante en que, muy lejos de allí, la tierra se fracturaba en el fondo del océano.

Una hora antes que el agua destruyera el área, los elefantes gemían con **fuertes lamentos**. Un rato antes del desastre, muchos de ellos escaparon a zonas altas rompiendo incluso las cadenas que los retenían.

No fueron los únicos. Los flamencos que suelen alimentarse en esta época del año en el santuario de Point Calimere en la costa sureña de la India, **escaparon a bosques más seguros mucho antes del tsunami**.

En el parque nacional de Yala, en Sri Lanka, los sorprendidos guardabosques comentaron que cientos de elefantes, leopardos, tigres, jabalíes, ciervos, búfa-

los, monos y reptiles escaparon ilesos del desastre. Sólo las tortugas tuvieron peor suerte y muchas de ellas fueron halladas muertas en los escombros de la devastada provincia indonesia de Aceh.

Cuentos sobre el comportamiento extraño entre los animales en la región de Asia antes del desastre de diciembre han abundado, promoviendo nuevas preguntas sobre qué es lo que ellos saben a diferencia del hombre y de qué modo podría aprenderse esa habilidad.

Los sismólogos tienen sofisticados instrumentos para medir temblores durante y después de producirse, **pero nadie puede predecir con exactitud cuándo sucederán**. Algunos científicos afirman que los animales tienen sensores con los que detectan los terremotos mucho antes de que ocurran y eso posiblemente pueda ser imitado en algún momento por los instrumentos que fabrica el hombre.

Después del tsunami, un danés que se encontraba en Ao Sane Beach, al norte de Phuket, escribió en una página Web: "Los perros son más astutos que nosotros. Comenzaron a correr hacia las zonas altas mucho antes de que nos diéramos cuenta de lo que sucedía".

"Parece que muchos animales tienen sensores que detectan microtemblores y aun imperceptibles cambios en el ambiente", dijo el oceanógrafo y geofísico George Pararas-Carayannis.

"Es una sensibilidad que los humanos no tenemos y que los animales han desarrollado a lo largo de millones de años de evolución", agregó Pararas-Carayannis, autor de un libro de título inquietante: "El más grande: el próximo gran terremoto de California: por qué, cuándo y dónde sucederá".

Según los científicos, muchos peces tienen una sensibilidad notable a las vibraciones de baja frecuencia y perciben temblores mucho antes que los humanos. Una forma del bagre detecta temblores de una módica escala de dos, que los humanos pueden sólo percibir en el tope de un edificio de diez pisos.

Animales como elefantes, tigres y algunas aves escuchan en rangos de una bajísima frecuencia. No es la única característica sorprendente. El sentido del olfato entre los perros, por ejemplo, es entre 10.000 y 100.000 veces superior al de los humanos.



1. Reúnan en grupos los organismos de todas las imágenes de las páginas anteriores teniendo en cuenta su

mecanosensibilidad y fotosensibilidad y la clasificación de las páginas 245 y 246.

2. Lean el artículo y escriban un texto

explicativo sobre la sensibilidad de los animales que pudieron detectar la catástrofe natural.





En las anémonas y las medusas, la propagación del impulso por la red nerviosa es **apolarizada**, es decir, ocurre en todas direcciones. Por eso un pinchazo débil aplicado al tentáculo de una medusa provocará que éste se encoja; pero con un pinchazo más intenso, se contraerá totalmente.

Modelos de sistema nervioso en invertebrados.

En los cnidarios (hidras, corales y medusas), el impulso nervioso se propaga por la red nerviosa desde el área estimulada en forma difusa. La mayoría de los gusanos planos tienen dos cordones nerviosos longitudinales y un ganglio encefálico.

En los anélidos, como la lombriz de tierra, los cordones nerviosos longitudinales están fusionados y tienen ganglios.

Los ganglios del cordón nervioso de los artrópodos son casi tan grandes como su "cerebro".



En las estrellas y los erizos de mar, la conducción del impulso por la red nerviosa es **polarizada**, es decir, en una sola dirección y de neurona a neurona.

Procesamiento de la información en los animales

En los animales, todas las señales captadas por los receptores se transducen en impulsos nerviosos que pueden originar gran variedad de comportamientos. En la **integración** de estos impulsos y la **elaboración** de sensaciones y respuestas interviene el **sistema nervioso**.

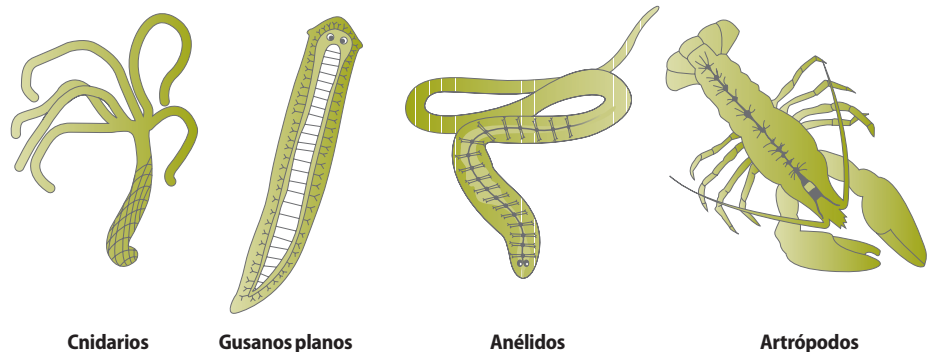
SISTEMA NERVIOSO

Los invertebrados tienen dos modelos básicos de sistema nervioso: **difuso** o **centralizado**. En los animales con **modelo de sistema nervioso difuso**, las neuronas forman una red conformada por un entramado de neuronas.

En otros invertebrados, el modelo de sistema nervioso es **centralizado**, con cierta concentración de células nerviosas en la región anterior del cuerpo y en cadenas o cordones longitudinales. La masa compacta anterior constituye un **ganglio encefálico** o "encéfalo". Cada cordón nervioso está conformado por una concentración longitudinal de neuronas y, en la mayoría, por **ganglios** localizados a lo largo de su longitud, en la región ventral del cuerpo.

En los anélidos como las lombrices, su sistema nervioso está conformado por dos cordones a lo largo de la superficie ventral del cuerpo. En estos cordones hay un ganglio para cada segmento del cuerpo. El cordón nervioso está bifurcado inmediatamente por debajo de la faringe, y las dos ramas están unidas nuevamente en el dorso de la cabeza, y conectadas en **dos grandes ganglios fusionados**.

En los artrópodos, el **ganglio supraesofágico** actúa como "cerebro", es decir, es el receptor central de los órganos sensoriales localizados en la cabeza y coordina los movimientos de todo el animal. Este ganglio está relacionado con el **ganglio subesofágico**, unido a una cadena ganglionar ventral doble que inerva a los órganos del tórax y abdomen.



A diferencia de los invertebrados, el sistema nervioso de los vertebrados ocupa una posición dorsal en el cuerpo. Además, se encuentra rodeado y protegido por las vértebras y el cráneo.

DESARROLLO CEREBRAL

Durante su desarrollo embrionario, el sistema nervioso de todos los vertebrados se origina a partir del **tubo neural** dorsal con respecto al futuro tubo digestivo. El extremo caudal del tubo persiste como la **médula espinal**. En el cráneo, las estructuras que se forman a partir del extremo anterior del tubo neural forman una serie de ensanchamientos o vesículas que posteriormente se convierten en las divisiones principales del encéfalo: el encéfalo anterior, el mesencéfalo y el encéfalo posterior. Los nervios que conforman el **sistema nervioso periférico** también se originan del tubo neural y se desarrollan en todo el embrión.

Del **encéfalo posterior** embrionario, que limita con la médula espinal, se originan el **bulbo raquídeo**, la **protuberancia anular** y el **cerebelo**. Como se explicó en el Capítulo 5, el bulbo y la protuberancia controlan reflejos vitales como la respiración y la circulación.

El conjunto conformado por el bulbo, la protuberancia y el mesencéfalo se denomina **tronco o tallo encefálico** y se lo considera el “cerebro viejo” porque es similar desde los peces hasta el *Homo sapiens*.

El cerebelo está relacionado con la ejecución y el ajuste fino de los movimientos musculares complejos. Este órgano es más grande en las aves y los mamíferos que en los peces, anfibios y reptiles, que se desplazan más lentamente que los primeros. Proporcionalmente, el cerebelo alcanza su mayor tamaño en las aves, cuyo vuelo requiere de movimientos precisos y coordinados.

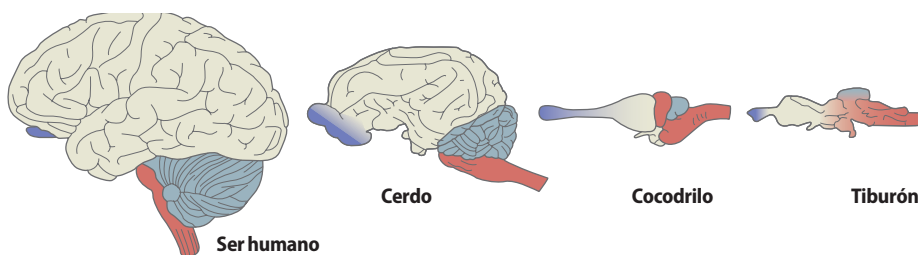
Del **mesencéfalo** embrionario provienen estructuras que elaboran la información visual y auditiva. Entre los vertebrados, una parte del mesencéfalo contiene los **lóbulos ópticos**, que reciben y procesan información que proviene de los **nervios ópticos**. Este sector del mesencéfalo alcanza su mayor desarrollo en las aves. En las serpientes, la elaboración de esta información se produce en dos estructuras llamadas **tubérculos cuadrigéminos**. En los mamíferos, en cambio, el procesamiento de la información visual se realiza en el encéfalo anterior, principalmente, en la corteza cerebral.

En síntesis, en los peces, anfibios y reptiles, el mesencéfalo es el centro nervioso más importante de coordinación de actividades. En los mamíferos, en cambio, este centro es la corteza cerebral.

En el embrión, el **encéfalo anterior** se divide en dos partes: el telencéfalo y el diencefalo.

El **diencefalo** origina posteriormente el **tálamo**, el **hipotálamo** y otras estructuras nerviosas que constituyen los principales centros de coordinación del encéfalo.

El **telencéfalo** es la región que mayor cantidad de cambios ha experimentado en el transcurso de la evolución de los vertebrados. Desde los peces hasta los mamíferos, esta región ha aumentado en tamaño, complejidad y funcionalidad.



En algunos vertebrados, el telencéfalo se subdivide en dos vesículas que crecen y rodean las demás estructuras encefálicas y dan origen a los hemisferios cerebrales. En los peces el telencéfalo está vinculado con la información olfatoria. En los reptiles y en las aves, en cambio, este sector está relacionado con el control del comportamiento estereotipado, es decir, con las respuestas repetitivas y complejas.

El telencéfalo de los mamíferos consta de dos grandes **hemisferios cerebrales** que constituyen un cerebro muy complejo. Su tamaño es mayor que las demás partes del encéfalo. Su superficie externa, la **corteza cerebral**, está replegada y forma surcos, cisuras y circunvoluciones que la aumentan considerablemente. El incremento del área de la corteza cerebral alcanza su máximo nivel en el cerebro humano. La corteza cerebral recibe y elabora información sensorial, y es el centro de procesamiento del aprendizaje, la memoria, el lenguaje y el comportamiento.

Evolución del encéfalo en los vertebrados

En el transcurso de la evolución del encéfalo en los vertebrados, hubo modificaciones en sus tres regiones primitivas que determinaron algunas tendencias evolutivas:

- el tamaño relativo del cerebro aumentó en ciertos grupos de vertebrados. En relación con el tamaño de sus cuerpos, las aves y los mamíferos tienen cerebros más grandes que los peces, los anfibios y los reptiles;
- el encéfalo anterior y posterior se subdividió gradualmente en regiones con actividades cada vez más específicas;
- el encéfalo anterior incrementó su capacidad de elaboración de la información. El cerebro de las aves y los mamíferos tiene mayores dimensiones que las demás partes del encéfalo. El comportamiento de estos organismos está correlacionado con la complejidad de su cerebro. Los delfines y los primates tienen la corteza cerebral más compleja del grupo de los vertebrados.

Características de los encéfalos de cuatro especies de vertebrados

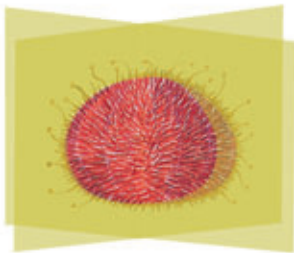
Si bien todos tienen una masa encefálica similar, muestran diferencias en su complejidad. En el encéfalo humano se procesan comportamientos complejos, el aprendizaje y la memoria. En los demás, en cambio, el encéfalo interviene en el procesamiento de las actividades fisiológicas básicas.

1. Reúnan en grupos los organismos de todas las imágenes de las páginas anteriores teniendo en cuenta su desarrollo encefálico y la clasificación de las páginas 245 y 246.





Simetría bilateral



Simetría radial

SIMETRÍA Y CEFALIZACIÓN

Algunos animales acuáticos se mueven lentamente o permanecen parte de su vida fijos sobre el fondo o un objeto inmóvil (son sésiles). Por su forma corporal, en general esférica o cilíndrica, a esos organismos se los clasifica como animales de **simetría radial** porque su cuerpo puede ser atravesado con planos imaginarios que lo dividen en dos mitades especulares. Este tipo de simetría les permite recibir señales de casi todo su entorno.

Otros animales, en cambio, poseen **simetría bilateral** porque el plano de simetría recorre la línea media de la cabeza hasta la cola. Este tipo de simetría está normalmente asociada a una existencia activa y al hábito de moverse libremente de un lugar hacia el otro. Presentan un extremo corporal anterior y uno posterior bien definidos.

La presencia de un extremo del cuerpo que avance primero es característica de los animales que se mueven activamente. En éstos, muchas de las células sensoriales se concentran en el extremo anterior, lo que capacita al animal para reconocer un área antes de penetrar en ella. Las estructuras relacionadas con la captura e ingestión del alimento están ubicadas generalmente en la región anterior del cuerpo, en tanto que las estructuras digestivas, excretoras y reproductoras tienden a situarse en regiones posteriores.

La concentración de las células sensoriales y nerviosas, y de las estructuras asociadas con la alimentación en el extremo anterior de un animal se denomina **cefalización**.

Movimiento y sostén en los animales

EXOESQUELETOS

Los corales tienen un **exoesqueleto calcáreo** que brinda rigidez a la colonia. Este exoesqueleto es el principal componente en la formación de los bancos y arrecifes coralinos.

Las **conchas** de los **moluscos** están formadas por un producto orgánico con abundante carbonato de calcio. Pueden ser bivalvas y cubrir al animal desde los costados, como en los mejillones y las almejas, o univalvas, como en los caracoles.

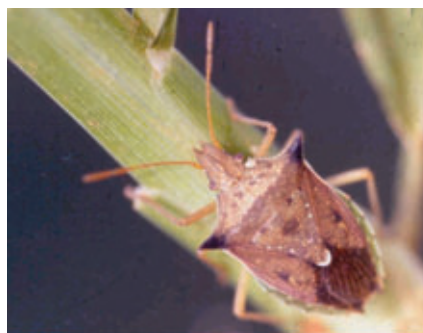
La **cutícula** de los **artrópodos** suele ser muy gruesa, dura y fuerte; está constituida por quitina y proteínas o sales calcáreas. El movimiento de estos animales es posible porque la cutícula está dividida en placas separadas y articuladas. Además de sostén, esta cutícula protege el cuerpo contra las acciones mecánicas del medio, de la deshidratación y, además, constituye la fijación del sistema muscular.

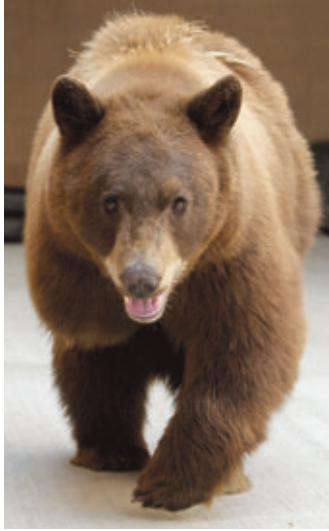
Como la cutícula no es flexible, cuando el animal crece pasa por un período denominado **muda**. Durante este proceso, puede ocurrir que la cutícula vieja se rompa y se desprendan los fragmentos del cuerpo; o bien que el animal salga por una grieta de la envoltura quitinosa, la que queda casi entera y conserva la forma exterior del cuerpo.

Entre los vertebrados, el **caparazón** de las tortugas está constituido por un espaldar ubicado dorsalmente y un plastrón, ventralmente. Ambos contienen placas córneas externas y óseas internas. Parte del endoesqueleto se halla soldado al caparazón óseo, como las costillas, las vértebras, etcétera.

Algunas ballenas y los armadillos poseen **placas óseas** en la región dorsal del cuerpo.

En las articulaciones de las patas y otros apéndices de los artrópodos, la cutícula es delgada y flexible. Esto les posibilita una amplia variedad de movimientos corporales.





ENDOSQUELETOS

Las **espículas** calcáreas y de sílice, y las fibras de espongina de las esponjas son formaciones diminutas que se hallan repartidas aisladamente en el cuerpo o bien tienden a fusionarse entre sí como en las “esponjas de cristal”.

Los equinodermos como los pepinos y los erizos de mar tienen un endoesqueleto conformado por placas de carbonato de calcio. En los pepinos de mar, las piezas calcáreas están separadas, de ahí que su cuerpo sea blando. En los otros, ellas entran en unión mutua íntima. En los erizos de mar, el cuerpo está encerrado por una coraza casi hermética, recubierta por una delgada capa de la epidermis, que luego se gasta y se elimina por fricción quedando el esqueleto expuesto al exterior.

El esqueleto interno y articulado de los vertebrados es único en el reino animal. Proporciona información acerca de las adaptaciones específicas de las distintas posturas y de la locomoción de los animales. Éste puede estar formado por cartílagos o por huesos.

El esqueleto, se puede dividir en **esqueleto axial**, que forma el eje principal del cuerpo y está integrado por el cráneo, la columna vertebral, las costillas y el esternón; y el **esqueleto apendicular**, con apéndices pares (patas, alas o paletas) y las cinturas, por medio de las cuales se unen directa o indirectamente al esqueleto axial.

Los **animales corredores** tienen patas muy largas en relación con otras partes del cuerpo y, en general, los segmentos distales (manos y pies) son más largos que los proximales (muslo-pierna; brazo-antebrazo). En la carrera, la posición de la pata puede aumentar la longitud de la zancada. De acuerdo con la postura que toma el pie durante la marcha o carrera, los animales corredores son clasificados en plantígrados, digitígrados y ungulígrados.

Los elefantes, los mapaches y las comadrejas son animales **plantígrados** porque al caminar apoyan la planta del pie y no pueden aumentar la longitud de la zancada a menos que se apoyen únicamente con los dedos.

Las aves, los felinos y los caninos son animales **digitígrados** porque apoyan solo los dedos al caminar; lo que aumenta la longitud efectiva de las patas.

Los caballos, los rinocerontes y los cerdos son **ungulígrados** porque se apoyan sobre las puntas de los dedos.

Los **animales saltadores** tienen sus patas posteriores, y especialmente el pie, más largos que los corredores. La tibia puede ser una o dos veces más larga que el fémur. La mayoría utiliza la cola como apoyo, la que actúa como un tercer punto de sostén cuando se paran sobre las patas posteriores.

Algunos **animales cavadores** excavan madrigueras; otros escarban la tierra buscando alimento o agua; y otros para esconderse. Tienen cuello y patas cortas, como en las tortugas, los topos y los equidnas.

Si bien a estos tres animales se los considera corredores, se diferencian por la parte de las extremidades que apoyan al desplazarse. Los osos son plantígrados, los caballos ungulígrados y los felinos digitígrados.



Las liebres son animales saltadores. Esta forma de desplazamiento implica mucho gasto de energía porque el cuerpo se eleva repetidamente contra la fuerza de gravedad.



Los armadillos, los osos hormigueros y los topos tienen algunas falanges más anchas que largas, con uñas como palas que les sirven como instrumento excavador.



Las serpientes no poseen extremidades, sin embargo, pueden desplazarse por una serie de movimientos en los que intervienen las costillas, los músculos y las placas ventrales.



Muchos monos tienen hábitos arborícolas. Sus brazos son desproporcionadamente largos, así como su cola, que contribuye en el balanceo del animal.



Las alas de las aves voladoras y de los murciélagos tienen una estructura interna similar. La membrana de vuelo de estos mamíferos voladores está sostenida por los brazos, 4 dedos, las patas y la cola.

Los **animales reptantes**, como algunos lagartos y las serpientes, se arrastran sobre el suelo. Generalmente tienen el cuerpo largo y delgado, gran cantidad de vértebras y costillas, no poseen cuello y carecen de miembros o bien estos están reducidos.

Muchos **animales trepadores** suelen ser arborícolas. Algunas lagartijas, las ardillas y muchos monos se desplazan de rama en rama. Tienen patas largas en relación con el tronco, huesos delgados y espaldas fuertes y flexibles. Poder aferrarse de las ramas con los dedos es una forma efectiva de mantener contacto con el sustrato. Algunas ranas, ciertas aves y los monos tienen el par anterior o ambos pares de patas con el primer dedo oponible a los otros.

Los peces se consideran **nadadores primarios** porque sus ancestros también nadaban. Pero otros vertebrados acuáticos, como las ballenas y los delfines, se consideran **nadadores secundarios** porque sus ancestros fueron terrestres. La “vuelta al agua” les permitió ganar acceso a una gran variedad de alimentos acuáticos, escapar de sus predadores terrestres, o bien utilizar este medio para la dispersión y migración.

La forma del cuerpo fusiforme, la ausencia de cuello y de cualquier saliente del cuerpo son fundamentales en los animales nadadores.

Los órganos propulsores de estos animales son variados. Los peces se impulsan por el movimiento de las aletas pares y la aleta caudal; las aves acuáticas a través de la membrana interdigital de sus patas; y los delfines, orcas y ballenas por medio de su cola y los músculos asociados con la columna vertebral.



Los peces cartilaginosos, como las rayas y los tiburones, tienen aletas carnosas no articuladas. En cambio, la mayoría de los peces óseos tienen aletas articuladas, membranosas y con radios.

Los **animales voladores** pueden obtener gran variedad de alimentos, escapan fácilmente de sus predadores no voladores, y pueden migrar y dispersarse a grandes distancias.

Las aves son excelentes voladoras. El esqueleto de sus alas está conformado por huesos muy largos y solo posee tres dedos. Los huesos del cuerpo son neumáticos o huecos y su tronco es corto y rígido porque poseen muchas vértebras fusionadas. Los músculos del vuelo están localizados en el pecho.

Los **animales planeadores** son generalmente arborícolas. Algunas ranas poseen patas muy grandes con membranas interdigitales y pequeñas membranas que bordean los brazos, los muslos y el cuerpo.

Relación con el medio interno

Además de obtener información sobre el medio externo, muchos animales también la reciben del medio interno y reaccionan de acuerdo con ésta. Como en los humanos, en estos animales el mantenimiento del medio interno en equilibrio (homeostasis) está coordinado por mensajes químicos y nerviosos.

TERMORREGULACIÓN Una temperatura ambiental elevada o baja puede resultar perjudicial para muchos animales. Se denomina **termorregulación** al mantenimiento de la temperatura corporal. Los procesos homeostáticos que mantienen en equilibrio la temperatura del cuerpo regulan la obtención y la pérdida de calor. Según la fuente de calor que determina la obtención de calor, los animales pueden ser clasificados en:

■ **ectotermos:** son organismos que tienen la misma temperatura del ambiente. Dependen de fuentes externas de calor (como la radiación solar) para aumentar su temperatura corporal. Los peces, los anfibios, los reptiles, los insectos, los arácnidos, y muchos otros grupos de animales son ectotermos.

■ **endotermos:** son organismos que regulan su temperatura corporal mediante procesos metabólicos que liberan calor. Las aves y los mamíferos son animales endotermos.



Las iguanas marinas toman calor sobre las rocas y nadan en las frías aguas, donde buscan y se alimentan de algas. Cuando están en el agua, toman su temperatura y se hacen más lentas y vulnerables a los predadores. Por eso entran y salen del agua varias veces al día.

Los animales ectotermos reciben calor del medio por conducción, radiación y convección. Lo liberan por los mismos procesos de transferencia más la disipación de calor que provoca la evaporación del agua transpirada.

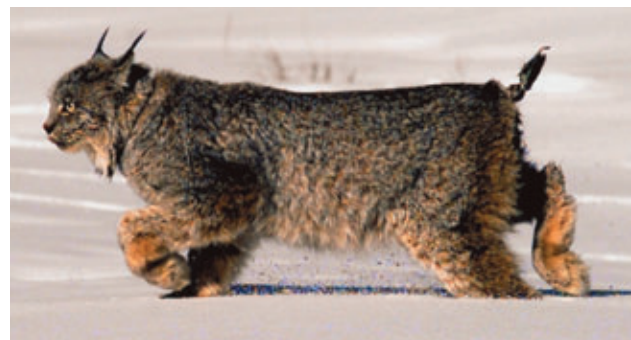
Los animales endotermos también reciben y liberan calor por los mismos procesos de transferencia que los ectotermos. Pero, además, disipan el calor producido durante su actividad metabólica.

Los endotermos que viven en regiones muy frías tienen adaptaciones que les permiten reducir la cantidad de calor disipado al ambiente. Un pelaje abundante mantiene una capa de aire alrededor de la superficie del animal. Como el aire tiene poca conductividad térmica, el organismo puede conservar el calor que produce su cuerpo.

En aquellos endotermos que habitan zonas cálidas o muy calurosas, en cambio, un pelaje escaso y una piel con poca grasa tienen el efecto inverso.

El jadeo es también un proceso homeostático termorregulador porque permite disminuir la temperatura corporal. Muchos mamíferos transpiran con el jadeo y liberan agua entre las almohadillas de sus patas.

Además de estas adaptaciones, los organismos endotermos tienen otras de origen fisiológico, como el tipo de circulación sanguínea. En las aves y los mamíferos, el sistema nervioso regula el caudal de sangre que circula por los capilares superficiales. Mediante la vasodilatación, la sangre fluye hacia la superficie corporal y, como consecuencia, aumenta la pérdida de calor. Por el contrario, mediante la vasoconstricción disminuye el flujo sanguíneo por la superficie y, por lo tanto, disminuye la disipación de calor.



En los animales endotermos que habitan regiones muy frías, ciertas adaptaciones como abundante pelaje o plumaje y gruesas capas de grasa evitan la disipación del calor.



Cuando las ardillas entran en hibernación, su temperatura corporal desciende hasta casi la ambiental. Asimismo, el ritmo respiratorio y su circulación sanguínea también disminuyen.

CONCIENCIA EN LOS DATOS

Temperatura de mamíferos en hibernación:

- marmota: 3 °C;
- hámster: 5 °C; y
- murciélago: 2-8 °C.

Si los humanos hibernaran, sus pulsaciones normales (72 por minuto) se reducirían a solo 2 o 3 por minuto y su frecuencia respiratoria normal (12 a 14 por minuto) descenderían a una cada cuatro minutos.

La **hipotermia** es la condición en la cual la temperatura corporal se halla por debajo del valor normal. En algunos animales, su temperatura puede disminuir varios grados centígrados y pueden permanecer en hipotermia durante días o semanas. Por ejemplo, cuando el descenso de la temperatura es tal que puede aproximarse al punto de congelación del agua, los anfibios no se congelan. Esto se debe a que, durante la época de bajas temperaturas, producen una sustancia anticongelante (glicerol) de composición similar al fluido que se coloca en los radiadores de los autos.

En algunos endotermos se reduce el metabolismo y la dinámica de los sistemas circulatorio y respiratorio. Este proceso se denomina **torpor**. Pero, cuando el tiempo del torpor es prolongado, como en los osos, las ardillas y los murciélagos, se denomina **hibernación**.

Entre los invertebrados, los caracoles de las regiones templadas hibernan enterrados o debajo de las piedras. Se protegen del frío y de la deshidratación porque segregan un tapón mucoso que endurece en la única abertura de su caparazón.

Entre los vertebrados, los anfibios, los reptiles y muchos mamíferos, como los murciélagos y los roedores hibernan solitarios o en grupos.

En las regiones áridas y calurosas gran número de especies experimentan un letargo estival o **estivación**. De este modo, se protegen de la escasez de alimento y de la deshidratación.

CAMBIO DE COLORACIÓN

El cambio de coloración en algunos animales es un factor importante de adaptación al ambiente. Este fenómeno se ha observado en moluscos, crustáceos, insectos, peces, anfibios y reptiles.

En ellos, el tegumento posee células con pigmentos llamadas **cromatóforos**. Los pigmentos pueden ser oscuros, amarillos o rojos.

La regulación de la actividad de los cromatóforos puede depender tanto de factores hormonales, nerviosos o de ambos simultáneamente. Esto permite al animal, por vía refleja y a través del sentido de la vista, adaptar el color de su cuerpo al del medio, es decir, le proporciona una protección o **coloración críptica**.

En algunos animales el cambio de coloración puede producirse en unos minutos; en otros, en cambio, en apenas segundos.

El cambio de color depende de la concentración y de la dispersión de los gránulos de pigmento dentro de los cromatóforos.



En muchos reptiles, el cambio de la coloración de su tegumento es una señal para la atracción de la pareja y también para delimitar el territorio frente a posibles invasores.



En los pulpos, el cambio de coloración les permite confundirse con el sustrato sobre el cual se apoyan y pasar así inadvertidos para los predadores.



1. Reúnan en grupos los organismos de todas las imágenes de las páginas anteriores teniendo en cuenta su tipo de movimiento y sostén del cuerpo y la clasificación de las páginas 245 y 246.

2. Reúnan en grupos los organismos de todas las imágenes de las páginas anteriores teniendo en cuenta su termorregulación y la clasificación de las páginas 245 y 246.

RITMOS CIRCADIANOS La vida de muchos animales está regulada por “relojes biológicos” activados por factores exógenos o endógenos. Se denomina **ritmo circadiano** al ciclo alternativo de actividad, vigilia y sueño particular de cada especie.

En el día, la mayoría de los animales tiene numerosos períodos de actividad alternados con fases de reposo. La cantidad de períodos de actividad y reposo varía según la especie y está relacionada con el tamaño del animal: en especies de individuos pequeños, como los ratones, los períodos de actividad y de reposo diarios son numerosos. En los grandes mamíferos, en cambio, hay dos períodos de actividad máxima por día.

Entre los **factores exógenos** o ambientales que regulan el ritmo circadiano, la intensidad luminosa, la temperatura, las lluvias y la carencia de alimento son los más importantes.

Entre la vida animal, hay **especies diurnas o fotófilas**, **especies nocturnas o fotóforas**, y especies indiferentes a la luminosidad, que son tan activas de día como de la noche.

En muchos animales, el ritmo circadiano se manifiesta en los cambios de coloración del tegumento: empalidece durante el día y oscurece durante la noche. En otros se expresa en su actividad locomotora y alimentaria: las abejas y las hormigas regresan a los lugares donde se encuentra el alimento, siempre a la misma hora.

Los **factores endógenos** en los ritmos circadianos fueron estudiados por primera vez en ciertas ardillas que fueron colocadas en un laboratorio a una temperatura constante de 0 °C, con períodos alternados de 12 horas de luminosidad y 12 horas de oscuridad. Durante los meses de verano, las ardillas tenían una actividad diaria normal y su temperatura se mantenía en 37 °C, a pesar de la temperatura invernal del laboratorio. En otoño dejaron de alimentarse, su temperatura descendió a 1 °C aproximadamente, y comenzaron a hibernar, como lo harían en libertad. En primavera despertaron y retomaron la actividad normalmente. Lo que sorprendió a los científicos fue que todos estos hechos se produjeron mientras el ambiente se mantuvo en las mismas condiciones de luminosidad y de temperatura.

MIGRACIONES Cuando las condiciones ambientales se vuelven adversas, las ballenas, numerosas aves, algunos peces y pocos insectos se desplazan a otras regiones geográficas. Estos desplazamientos se denominan **migraciones** y están relacionados con la disponibilidad de alimentos, agua, espacio o pareja.

Desde hace muchos años los **etólogos** (especialistas en el comportamiento de los animales) se preguntan cómo se orientan estos animales en rutas fijas de desplazamiento.

En un tiempo se pensó que los animales migradores jóvenes podrían orientarse y “memorizar” las vías migratorias en compañía de sus progenitores. No obstante, en muchas especies de aves, los individuos jóvenes migran antes que los adultos.

Algunos especialistas creen que el “mapa de ruta” forma parte de la información genética de cada especie migradora, razón por la cual, los individuos jóvenes dispondrían de un sentido innato de la orientación.

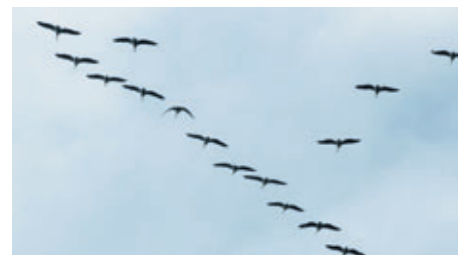
Otros etólogos, en cambio, han concluido de sus investigaciones que son externas las causas que orientan a estos organismos en cursos fijos de desplazamiento. Por ejemplo, algunas aves se orientan por la posición del Sol. Se ha observado que la eficacia de las palomas mensajeras decae cuando el cielo está nublado. Las estrellas también pueden ser un punto de referencia para ciertos organismos. Algunos migradores son especialmente sensibles al campo magnético. Cuando se coloca un petirrojo europeo dentro de una caja, el pájaro se orienta en dirección migratoria. Pero, si la caja se dispone en un campo de intensidades diferentes a las del magnetismo terrestre, el ave toma otra orientación.



Los chimpancés, como la mayoría de los simios, son animales diurnos o **fotófilos**. Tienen fases de somnolencia diurna, pero duermen por la noche.



Si bien la gran mayoría de las aves son fotófilas, otras, como los búhos y las lechuzas, son nocturnas o **fotóforas**.



Las aves disponen de un amplio repertorio de estrategias de orientación y usan una u otra, o una combinación de ellas.



Las tortugas marinas regresan a la misma playa para desovar, ésta puede estar a 2000 km de su residencia habitual.



El crecimiento desigual del tallo de las plantas de girasol provoca que sus flores se orienten según la posición del Sol.



A veces, el ritmo circadiano de un organismo coincide con el de otro, lo que produce un aumento de la eficacia biológica para ambos. Por ejemplo, algunas flores secretan néctar en determinados momentos del día, que coincide con la “visita” de los agentes polinizadores.

La relación en los vegetales

Aunque carezcan de sistema nervioso y de algunos receptores de señales, como tienen la mayoría de los animales, las plantas captan los cambios en el ambiente y responden a ellos. Por ejemplo, algunas de las plantas llamadas “carnívoras” tienen mecanorreceptores que detectan la presión que ejerce un insecto sobre sus hojas. A esta señal la planta responde cerrando rápidamente sus hojas y, entonces, el insecto queda atrapado y listo para ser digerido.

Muchas flores se abren a la mañana y se cierran al atardecer. Hay hojas que se pliegan hacia el tallo durante la noche. Algunos científicos comprobaron en el laboratorio que manteniendo a estas plantas con luz tenue, seguían realizando estos movimientos diarios. Esto se produce porque poseen un “reloj biológico” que controla su **ritmo circadiano**.

Como se explicó en el capítulo anterior, la clorofila es un pigmento que captura la energía lumínica que inicia el proceso de fotosíntesis. Pero las plantas cuentan también con otros fotorreceptores, los **fitocromos**, que detectan variaciones en el tiempo de exposición a la luz. Esta fotosensibilidad es fundamental en la floración y posterior fructificación de los vegetales.

DESARROLLO EN LAS PLANTAS

En el desarrollo de las plantas intervienen los fitocromos y las hormonas vegetales o fitohormonas.

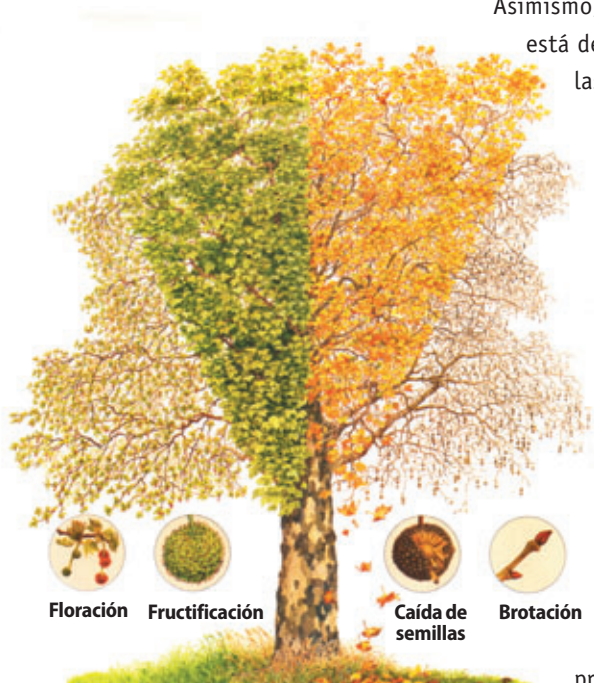
Las **auxinas** son hormonas que determinan el crecimiento de los tallos y, en menor medida, las raíces. También están relacionadas con el crecimiento de la planta hacia la luz o **fototropismo positivo**. Como la luz destruye las auxinas, cuando se ilumina solo un sector de una planta, en éste las hormonas se degradan y, entonces, esta zona del vegetal no crece; sin embargo, en la región que permanece a la sombra, las auxinas promueven su crecimiento. De este fenómeno resulta el crecimiento asimétrico de la planta, con orientación hacia la luz. El crecimiento de los tallos en dirección contraria a la de la luz, se denomina **fototropismo negativo**.

Asimismo, las auxinas intervienen en el crecimiento de las raíces cuya orientación está determinada por la gravedad o **gravitropismo positivo**. El crecimiento de las raíces en dirección contraria a la gravedad se denomina gravitropismo negativo.

Cuando comienza la primavera, los fitocromos de uno de los árboles más comunes en las veredas, los plátanos, detectan la amplitud de los períodos exposición de la luz. En esas condiciones comienzan a actuar las **giberelinas**, hormonas que provocan el desarrollo de las yemas y la floración. Mientras, las auxinas promueven el crecimiento de tallos y raíces.

Antes de que comiencen las condiciones ambientales desfavorables para el plátano, el **etileno** promueve la maduración de los frutos.

A medida que el verano termina, los fitocromos detectan el acortamiento de los períodos de luz. Entonces disminuye la producción de giberelinas y aumenta la del **ácido abscísico**, hormona que provoca la caída de las hojas del árbol y regula la apertura de los estomas durante el intercambio gaseoso entre la planta y el medio. Al volver la primavera, el vegetal nuevamente produce giberelinas y se cubre de flores.



HABLAR Y ESCRIBIR EN CIENCIAS

En ciencias, una actividad fundamental es dar a conocer los resultados de las investigaciones. Con este propósito, durante la experimentación todo científico registra preguntas, hipótesis, variables, datos, etcétera. Finalizada la investigación, el especialista reúne y organiza toda la información en un texto cuyo destinatario es, generalmente, la comunidad científica. En las clases de Biología, y también de las demás ciencias experimentales, los estudiantes elaboran textos para informar a su docente sobre el desarrollo y los resultados de las investigaciones realizadas en clase.

¿Cómo se elabora un informe de investigación?

Habitualmente, los científicos dividen en secciones sus informes de investigación. Como muchas de esas partes son respetadas por el mundo científico, hay cierta homogeneidad en la presentación y organización de la información a publicar de modo que, salvando las distancias de los idiomas de los autores, cualquier especialista interesado en la publicación podría reproducir la investigación.

Los estudiantes también dividen en partes sus informes de investigación. Por lo general, son sus docentes o los libros de texto los que les indican cuáles son estas secciones y cómo se las debe organizar. Básicamente, un informe de investigación escolar, debería contener los siguientes apartados:

Introducción, breve texto que contiene:

- el planteo del problema o de la pregunta que motivó la investigación;
- el propósito y objetivos que expliquen para qué se realizó la investigación; y
- la hipótesis o respuesta anticipada al problema o pregunta.

Diseño experimental, parte donde:

- se describen las variables. Debe especificarse muy bien cuáles son las controladas, las dependientes y las independientes para asegurar que el lector del informe comprenda el efecto de cada una de ellas en la experimentación. Además, una buena definición de las variables facilita la repetición del experimento;
- se enumeran los materiales usados: instrumental de laboratorio, programas informáticos, sustancias o reactivos, material biológico; y
- se describe de manera muy clara y precisa cada una de las actividades realizadas. Esta parte puede enriquecerse con esquemas o dibujos.

Resultados, división que presenta:

- las observaciones;
- las mediciones, que pueden organizarse en tablas y/o gráficos; y
- la interpretación de los resultados. En esta sección se pone a prueba la capacidad del investigador para encontrar las relaciones entre las variables. Si los datos fueron bien interpretados, la información obtenida permitirá verificar o rechazar la hipótesis.

Conclusión: sobre la base de los resultados y de la interpretación realizada sobre los mismos, en esta parte se publica si la hipótesis fue verdadera o falsa y se explican brevemente aquellos puntos que permitieron aceptarla o rechazarla.

Bibliografía: lista de textos y/o revistas consultados durante la elaboración de la introducción y la interpretación de los resultados. Las referencias a estos textos incluyen el siguiente orden de datos: Autor - Título de la obra - Páginas consultadas - Editorial - Lugar y año de edición.

Los informes de investigación

Generalmente, los informes que científicos y estudiantes elaboran para informar sobre sus actividades experimentales, son textos expositivo-explicativos. Estos textos se construyen a partir de dos acciones: explicar y exponer.

La **exposición** es un tipo de texto que se usa cuando el emisor tiene como propósito dar información precisa sobre un tema, sin tener en cuenta si el destinatario comprende lo que dice. Como se explicó en el Capítulo 3, si además de presentar un contenido informativo, el emisor usa una serie de recursos para que el destinatario lo entienda, se produce la explicación.

1. Busquen 3 informes de actividades experimentales que hayan realizado en clase y analicen si fueron elaborados con las secciones y parámetros que se indican en esta página.
2. Realicen la investigación propuesta en la página 291 y elaboren el informe según las consignas establecidas.
3. Copien la trama conceptual de la página 257 y agréguele los conectores adecuados para relacionar los conceptos.

