

EL PORVENIR DE LA VIDA

Ciencias Naturales



2 do
AÑO

**EL PORVENIR
DE LA VIDA**
Ciencias Naturales

**2^{do}
AÑO**



COLECCIÓN BICENTENARIO

Hugo Chávez Frías
Comandante Supremo

Nicolás Maduro Moros
Presidente de la República Bolivariana de Venezuela

Corrección, Diseño y Diagramación
EQUIPO EDITORIAL
COLECCIÓN BICENTENARIO

Coordinación de la Serie Ciencias Naturales
José Azuaje Camperos
María Maite Andrés Zuñeda

Autoras y autores

Basilía Mejías Álvarez
Carmen Álvarez Arocha
Deyanira Yaguare
Franklin Esteves
Gloria Guilarte Cisneros
Juan Linares Chacoa
Justina Vásquez
María Maite Andrés
Aurora Lacueva Teruel

Revisión Socio - Crítica

Adriana Marchena Espinoza
Lisbehet Dubravskaja Torcatty
Lilia Rodríguez

Revisión de Contenido y Lenguaje

Francisco Rivero
Saíd Geraldine Gómez
Noris Caraballo
Luisa Gajargo
Gloria Guilarte
Adriana Josefina Marchena

Asesora de la Serie Ciencias Naturales

Aurora Lacueva

Ilustración

Arturo Goitía
Brayan Coffi
César Ponte Egui
Eduardo Arias
Gilberto Abad
Héctor Quintana
José Luis García Nolasco
Julio Aguiar
Julio Marcano
Leidy Vásquez
Leonardo Lupi Dürre
Nicolás Espitia Castillo
Samuel González Piña



República Bolivariana de Venezuela
© Ministerio del Poder Popular para la Educación

Tercera edición: Abril, 2014
Convenio y Coedición Interministerial
Ministerio del Poder Popular para la Cultura
Fundación Editorial El perro y la rana / Editorial Escuela

ISBN: 978-980-218-318-0
Depósito Legal: If5162012370750
Tiraje: 562.500 ejemplares

Mensaje a las y los estudiantes

El libro *El Porvenir de la Vida* correspondiente a la serie de Ciencias Naturales de la Colección Bicentenario fue elaborado para acompañarte en tus estudios del segundo año de Educación Media. Consta de (11) lecturas de contenido programático, y (6) complementarias, en las que te invitamos a seguir descubriendo el maravilloso mundo de las ciencias naturales.

En las lecturas de contenido programático encontrarás el desarrollo de conceptos relativos a temas importantes, como son las funciones de relación de los seres vivos referidas al sistema nervioso y sus receptores; al sistema endocrino y el óseo-muscular. También se presentan temas como el agua, las reacciones químicas en los seres vivos, los modelos físicos para explicar el movimiento del cuerpo humano, mediciones y los proyectos de investigación al servicio de la comunidad.

Los conceptos son desarrollados mediante proposiciones, ejemplos, analogías, imágenes y actividades con el fin de ayudarte a desarrollar el pensamiento y el lenguaje de las Ciencias Naturales, de modo tal que puedas comprender sus ideas fundamentales en contextos útiles y relevantes para la vida.

En cada lectura dispondrás de actividades para investigar, crear, innovar y aportar soluciones. Con ellas podrás desarrollar métodos y técnicas propios de estos procesos, con el apoyo de las lecturas sobre investigación y proyectos de la serie. La intención es potenciar tu curiosidad, motivarte a aprender más y a descubrir por ti mismo y en colectivo, nuevos ámbitos del conocimiento de las ciencias naturales.

Asimismo, encontrarás actividades de participación comunitaria, en las que, con compromiso, emplearás saberes aprendidos al servicio de tu comunidad. También encontrarás actividades de autoevaluación para que realices nuevas elaboraciones en torno a las ideas centrales de la lectura; en su mayoría, son cuestiones que no podrás resolver sólo con memorización de ideas, sino que retarán tu pensamiento crítico y reflexivo.

A fin de que vayas diferenciando los procesos propios de cada tipo de actividad, hemos identificado cada una con íconos, estos son:



Las lecturas se integran y contextualizan en un sistema productivo: la vida y la salud integral, para que puedas reconocer cómo las Ciencias Naturales y la Tecnología te permiten comprenderlo, investigarlo y transformarlo en beneficio de todas y todos, por ser de vital importancia para la seguridad y el desarrollo sustentable de la nación.

El libro culmina con lecturas que complementan e integran los saberes desarrollados, con el fin de promover el pensamiento crítico-reflexivo y desarrollar tu conciencia sobre el vivir bien, como un ciudadano o ciudadana que comprende su realidad y vive en armonía con ella.

Cuida este libro pensando que pertenece a quienes necesiten utilizarlo. Te invitamos a continuar la aventura de explorar "nuestra madre naturaleza", conocerla, valorarla y cuidarla como el único "hogar" de los seres vivos que habitamos este planeta. Haciéndolo un espacio común para la igualdad, la justicia y la solidaridad hoy y siempre.

Mensaje a las profesoras, los profesores y las familias

El libro *El Porvenir de la Vida*, perteneciente a la Serie Ciencias Naturales de la Colección Bicentenario, es un material didáctico de referencia que hemos realizado pensando en la necesidad de actualizar el currículo en esta área, desde lo pedagógico y didáctico hasta sus fines. Les invitamos a revisar de forma crítica este recurso, y a incorporarlo en su planificación didáctica.

El libro está orientado por el humanismo científico y por el enfoque de la pedagogía crítica liberadora. Esta se concreta en una didáctica que promueve la integración disciplinaria de las Ciencias Naturales centrada en los procesos de conceptualización, investigación, creación, innovación y reflexión socio-crítica. Ello, con la intención de desarrollar el potencial creativo y el interés por la ciencia y la tecnología, en las y los jóvenes del nivel de Educación Media General, como contribución a su formación integral en la construcción de la ciudadanía.

El libro tiene (11) lecturas relacionadas con diferentes aspectos de la vida natural en su interacción con los seres humanos, todos en torno al tema de *la vida y la salud integral* como un sistema de producción social fundamental para el desarrollo sustentable en el planeta. Las lecturas están escritas en forma conversacional para capturar el interés de las y los jóvenes.

Cada lectura presenta una introducción al tema, que desarrollamos a continuación mediante textos que conceptualizan las ideas científicas. Estas se ponen en acción mediante actividades de investigación, creación o innovación para ser desarrolladas por las y los jóvenes, con la mediación de ustedes. También hay actividades de participación comunitaria y de autoevaluación para la contextualización social y la reflexión crítica, respectivamente.

Adicionalmente, presentamos lecturas que complementan, integran y promueven la reflexión crítica asociada con el tema de la salud integral y los contenidos programáticos presentados en el libro. Estas lecturas se refieren a una persona destacada en la ciencia y tecnología; un creador popular; descripción de un sistema de producción social y ampliaciones del tema central.

El texto está pensado para apoyar en la planificación didáctica que hagan en la institución, junto con los otros recursos disponibles para tal fin. Sugerimos su uso en los diferentes proyectos: de aprendizaje, de servicio comunitario, de desarrollo endógeno.

Nuestra intención es contribuir con el desarrollo de su creatividad. Esperamos que este libro sirva para lograr sus fines, a través de una educación en ciencias contextualizada y con un enfoque social, crítico y liberador; dirigido a la educación integral de la ciudadana y el ciudadano, tal que le permite ejercer su ciudadanía como lo establecen la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, la Ley Orgánica de Educación, y demás documentos rectores de la educación venezolana.

Porque mantenemos la esperanza en un mundo mejor, donde el vivir bien, el bien común y el desarrollo sustentable sean un lugar común para los habitantes del planeta, con la esperanza de que las ciudadanas y los ciudadanos de hoy tengamos la suficiente voluntad, sensatez y sensibilidad de poderlo construir y mantener para siempre.

Índice

1. Funciones de relación en los seres vivos.....	6
2. Sentimos y reaccionamos ante los cambios ambientales.....	28
3. Funciones de relación, regulación y control.....	50
4. Nos movemos gracias a los músculos... y los huesos.....	68
5. La ecología y la salud de nuestro planeta: poblaciones, comunidades, ecosistemas.....	90
6. La ecología y la salud de nuestro planeta: la biosfera, el ecosistema global.....	116
7. Nuestras huellas en la naturaleza.....	138
8. El agua y la salud integral: una pareja inseparable.....	154
9. Reacciones químicas en los seres vivos.....	182
10. Modelos mecánicos del cuerpo humano.....	198
11. Investigando en ciencia y en tecnología.....	216
12. Algo más para saber de ciencia y tecnología.....	236
José Vicente Scorza Benítez: un científico comprometido con la salud de la población pobre.....	237
Ciencia y tecnología criolla para un mejor vivir de las personas con diversidad funcional motora.....	240
Bien común y desarrollo sustentable para el buen vivir.....	243
Bombillos ahorradores.....	244
Cacao criollo, alimento de dioses.....	248
Huellas históricas sobre el metabolismo de los carbohidratos.....	252

1 Funciones de relación en los seres vivos

¿Has visto alguna vez la situación representada en esta imagen?, ¿conoces el mecanismo de comunicación que hace posible que las hormigas se organicen para llevar alimentos a su hormiguero?

Para comunicarse entre ellas, segregan sustancias químicas denominadas feromonas, las cuales son hormonas que les permiten marcar el camino hacia el alimento. Las feromonas conduciran a toda la colonia a buscar y transportar el alimento. Otros insectos también emplean este tipo de sustancias, ¿Conoces algunos?

En la naturaleza existen otros mecanismos que permiten a los animales aparearse, huir del peligro, relacionarse con otros seres, es decir, responder a cambios del ambiente. Las plantas, los hongos, los protozoarios, incluso las bacterias, también poseen mecanismos específicos para desenvolverse en el ambiente al cual pertenecen, regulando y controlando diversas actividades.

Los seres humanos, al igual que los otros seres vivos, también percibimos diferentes estímulos del ambiente y reaccionamos, por ejemplo, al sentir hambre, sueño, calor o frío, oír una melodía, o ver un hermoso paisaje.

¿Te gustaría conocer cómo el organismo es capaz de sentir, regular y controlar estas actividades? ¿Qué sistemas nos permiten coordinar e integrar todas las funciones y dar las respuestas adecuadas y oportunas en el ambiente al cual pertenecemos? Son los sistemas nervioso y endocrino los que nos permiten relacionarnos y mantener el buen funcionamiento del cuerpo.

Durante el desarrollo de esta lectura, podrás conocer sobre nuestro sistema nervioso, su organización, cómo respondemos ante los diferentes estímulos y cómo la información se recibe y se lleva a las estructuras funcionales y órganos de control para responder de manera adecuada.

El sistema nervioso, un sistema de control

Si tocas con la mano algo muy caliente, la retiras inmediatamente para protegerte y evitar quemarte. Esta reacción es posible debido al sistema nervioso, que nos permite dar respuestas pertinentes, eficaces y rápidas. También actúa en diferentes funciones como la circulación, la digestión, y en situaciones en las cuales sudamos, corremos, sentimos dolor, parpadeamos, oímos música, y otras actividades.

El sistema nervioso envía sus mensajes a través de una red de nervios que comunican las estructuras y órganos para que el organismo funcione adecuadamente. En algunas situaciones puedes controlar las respuestas que das ante la información del ambiente, en otras no.

Piensa si puedes controlar los latidos del corazón, el proceso de circulación de la sangre o la digestión de los alimentos. En estos casos no decides de manera voluntaria sobre las actividades, pero sí en otras situaciones, como correr, saltar y cantar.

Al igual que los seres humanos, los otros animales vertebrados e invertebrados también disponen de sistemas de control, que les permiten coordinar sus funciones internas y dar respuestas a los estímulos del ambiente, al cual pertenecen. ¿Puedes decir en cuáles actividades tú tomas las decisiones y en cuáles no controlas las respuestas?



Figura 1.1. Sistema nervioso del ser humano.

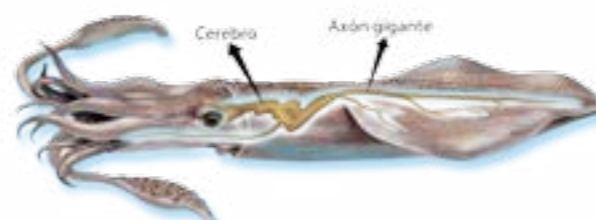
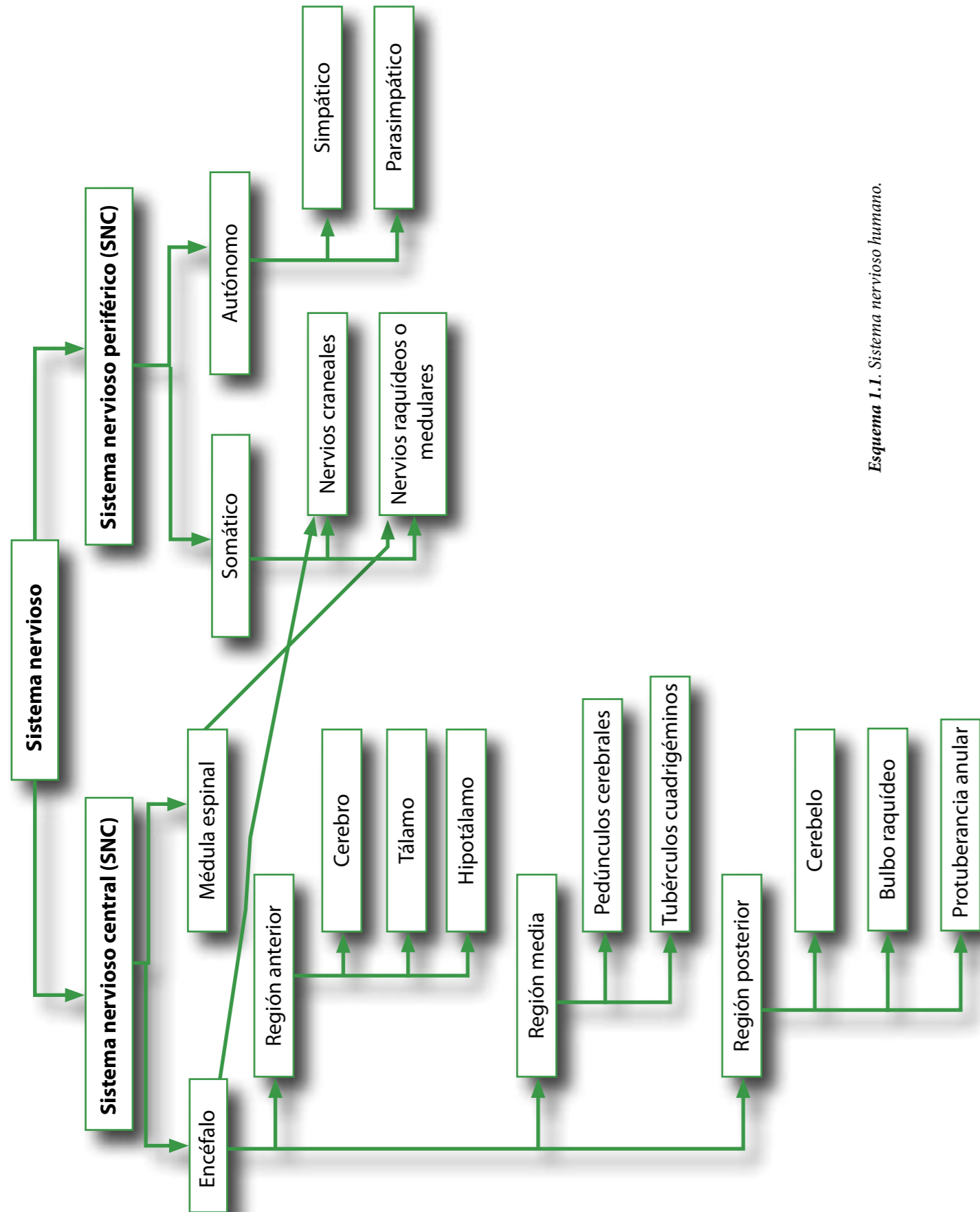


Figura 1.2. El sistema nervioso de distintos animales.

Para comprender los procesos que permiten a los organismos dar las diferentes respuestas a los estímulos, es importante conocer cómo está constituido el sistema nervioso y sobre qué órganos actúa. Observa el siguiente esquema. En el mismo se describe de forma resumida la organización del sistema nervioso humano.



Esquema 1.1. Sistema nervioso humano.

El Sistema Nervioso Central (SNC) coordina y dirige el cuerpo humano

En una orquesta sinfónica el director cumple funciones esenciales: coordina los distintos instrumentos que componen la orquesta, mantiene el tiempo de la pieza, indica las entradas de los diferentes instrumentos que ejecutan sus músicos para que la interpretación sea armónica y coherente. El director mantiene la comunicación, la coordinación y el control general. Así también, el Sistema Nervioso Central (SNC) controla los millones de células nerviosas o neuronas conectadas entre sí y con diferentes órganos, para recibir y transmitir estímulos y originar respuestas complejas y coherentes.

Se puede decir que el SNC es el gran centro de control, que actúa gracias a los órganos nerviosos de mayor responsabilidad en el sistema como son el encéfalo y la médula espinal. Este gran centro nervioso delega funciones en diferentes órganos y subsistemas para desarrollar las funciones de relación.

Como se puede apreciar en el esquema 1.1, el SNC está formado por **el encéfalo y la médula espinal**. Ambos presentan algunas características comunes. Para su protección y seguridad, se encuentran **resguardados por estructuras óseas** como el cráneo y la columna vertebral, respectivamente. Igualmente, tienen unos tejidos de comunicación que son **la sustancia gris y la sustancia blanca**. La sustancia gris debe su color a la gran cantidad de cuerpos de las neuronas que allí se ubican, y la sustancia blanca debe ese color a la gran cantidad de vainas de mielina que recubre las prolongaciones de las neuronas que allí se encuentran.

Para saber más...

El término homeostasis proviene del griego *homois* que significa sin cambio y *stasis* que significa permanecer. Fue propuesto por Walter Cannon en 1932 para explicar que todos los organismos buscan el equilibrio interno a fin de garantizar la vida.



En el encéfalo, la sustancia gris forma la corteza del cerebro y la sustancia blanca se ubica por debajo de la corteza. En la médula espinal la sustancia gris se ubica en la parte central y externamente la recubre la sustancia blanca.

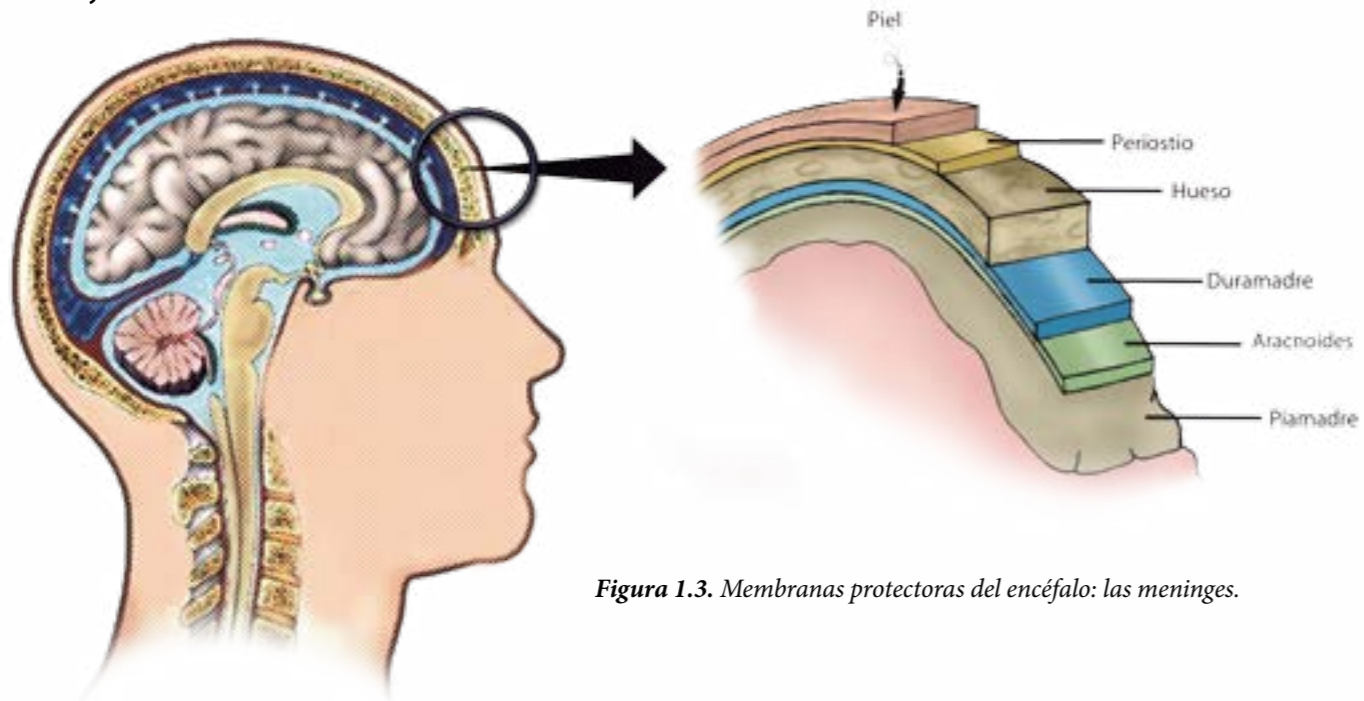


Figura 1.3. Membranas protectoras del encéfalo: las meninges.

El **encéfalo** es el conjunto de órganos nerviosos ubicados en el interior del cráneo, protegidos por unas membranas denominadas **meninges**. La membrana más externa y resistente que recubre al encéfalo es la **duramadre**. La membrana intermedia denominada **aracnoides** es más delgada y existe en ella un espacio donde circula el líquido cefalorraquídeo. Este líquido también se encuentra protegiendo la médula espinal, y está compuesto principalmente por agua, sodio, potasio, calcio, cloro, fosfatos y componentes orgánicos como la glucosa. La tercera membrana es la **piamadre**, la cual está en contacto directo con los órganos del encéfalo (figura 1.3).

Para saber más...

La meningitis es una enfermedad ocasionada por la inflamación de las membranas que recubren el cerebro y la médula. Es producida por agentes patógenos como virus, bacterias y hongos; un ejemplo es la ocasionada por la bacteria *Neisseria meningitidis*, más conocida como meningococo. Entre los síntomas se aprecia un inicio súbito de fiebre, hipotensión, cefalea, vómitos, rigidez en la nuca, entre otros. Se propaga por contacto directo, como al toser, estornudar, al besar y compartir de inmediato utensilios que no han sido lavados. Para identificarla es necesario hacer el estudio del líquido cefalorraquídeo (LCR). En Venezuela, la meningitis es una enfermedad de notificación obligatoria. Ante los brotes de meningitis, las autoridades de salud actúan aislando al paciente y vacunando a la población susceptible.



La estructura del encéfalo, a su vez, se divide en tres regiones: anterior, media y posterior. En estas tres grandes regiones se encuentran diferentes órganos. En la región anterior del encéfalo se encuentra el cerebro, el tálamo, y el hipotálamo. En la región media se ubican los pedúnculos cerebrales y los tubérculos cuadrigéminos y en la región posterior el cerebelo, el bulbo raquídeo y la protuberancia anular.

El **cerebro humano** es el órgano nervioso que controla tanto actividades voluntarias como involuntarias y presenta dos grandes hemisferios cerebrales, el derecho y el izquierdo. Como todos los órganos, tejidos y células de nuestro cuerpo, el cerebro también tiene vinculación con las funciones de nutrición. Por ello, cada uno de los hemisferios cerebrales se encuentra irrigado por un conjunto de vasos sanguíneos que secretan líquido cefalorraquídeo, el cual es muy importante para el cerebro porque le permite obtener nutrientes, además este líquido puede actuar como un amortiguador que lo protege tanto a él como a la médula espinal al evitar que choquen contra sus envolturas óseas, y ante accidentes con movimientos bruscos, como un golpe.

Las principales funciones del cerebro se vinculan con la memoria, la escritura, el lenguaje, el pensamiento, la inteligencia, las emociones, los movimientos, las respuestas involuntarias, los órganos receptores, entre otras. En este momento, estás realizando algunas de estas funciones, tu cerebro está leyendo sobre sí mismo.

Para saber más...

El análisis del líquido cefalorraquídeo (LCR) es un examen médico que sirve para medir las presiones en el líquido, diagnosticar ciertos trastornos neurológicos, infecciones (como meningitis), daño al cerebro o a la médula espinal. También puede ayudar a detectar ciertas afecciones como anticuerpos y ADN de virus comunes, bacterias, hongos, células cancerosas.



Figura 1.4. Gracias a nuestro cerebro podemos desarrollar expresiones creativas diversas. Observen el cuadro "Persistencia de la memoria" de Salvador Dalí (1904-1989). Museo de Arte Moderno de Nueva York.

El cerebro humano no es el más grande en la naturaleza, los de las ballenas y los elefantes tienen mayor dimensión. Pero sí es el de mayor proporción en comparación con el peso corporal. En los últimos tres millones de años el cerebro de nuestros antecesoras y antecesores fue evolucionando y creciendo. Algunas áreas como los lóbulos frontales y los lóbulos parietales han crecido más que otras.

En un niño recién nacido, el cerebro ocupa de 350 cc a 400 cc y en un adulto puede alcanzar entre 1.300 cc y 1.500 cc, en ambos casos, representa un 2 % del peso corporal. En otras especies animales la proporción entre el cerebro y el tamaño corporal es menor. Observa la siguiente imagen y compara el cerebro y otros órganos del encéfalo humano con los de otros animales vertebrados.

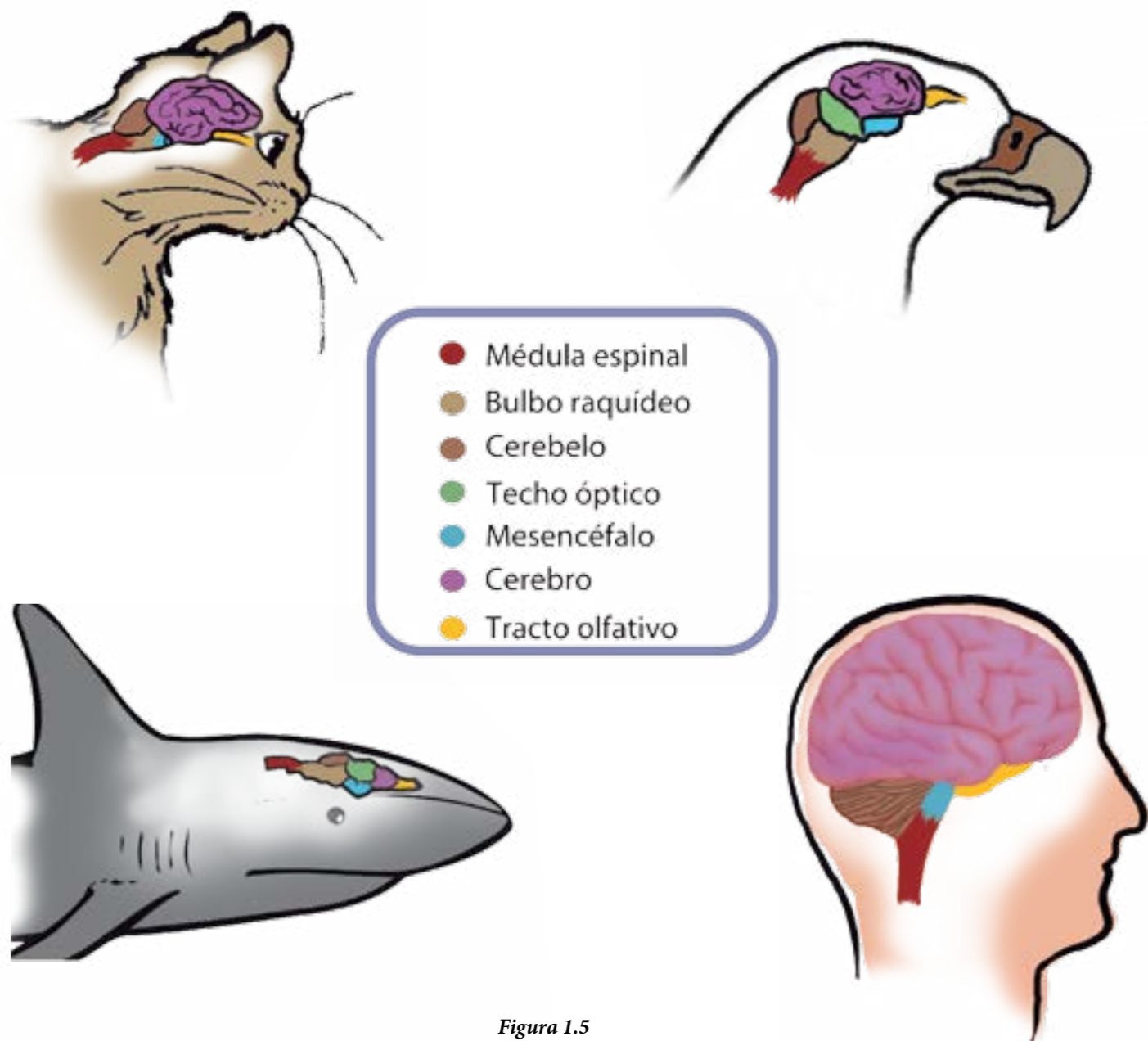


Figura 1.5

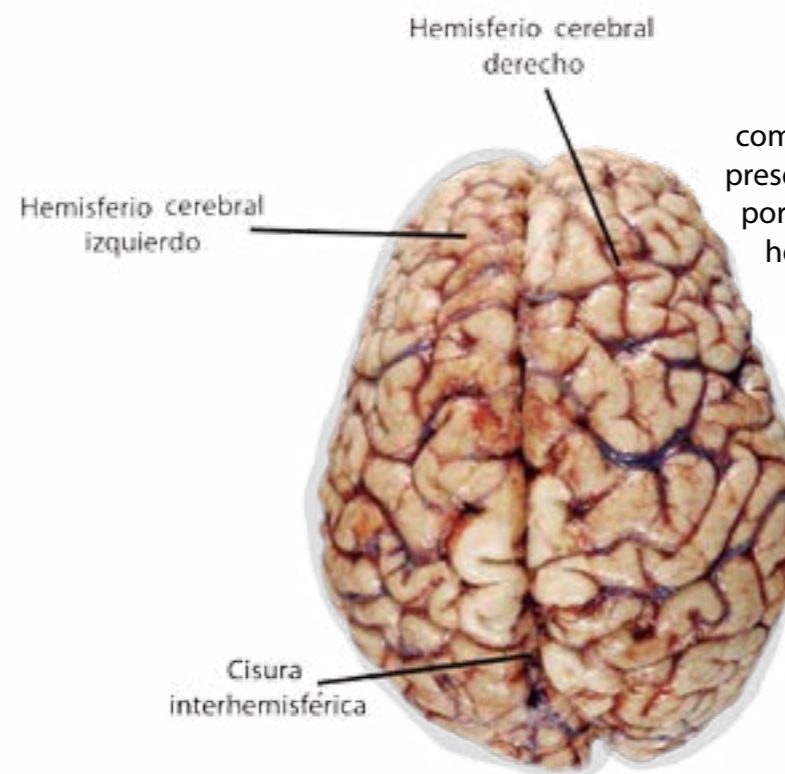


Figura 1.6 Aspecto externo del cerebro.

Externamente, el cerebro humano, como puedes apreciar en las imágenes, presenta dos grandes hemisferios separados por hendiduras interhemisféricas. Ambos hemisferios no quedan desvinculados del todo pues están unidos por una estructura llamada cuerpo caloso. El cerebro también presenta otras hendiduras que le dan un aspecto rugoso; las que son profundas se denominan **cisuras** y las que tienen forma de pliegues se denominan **circunvoluciones**.

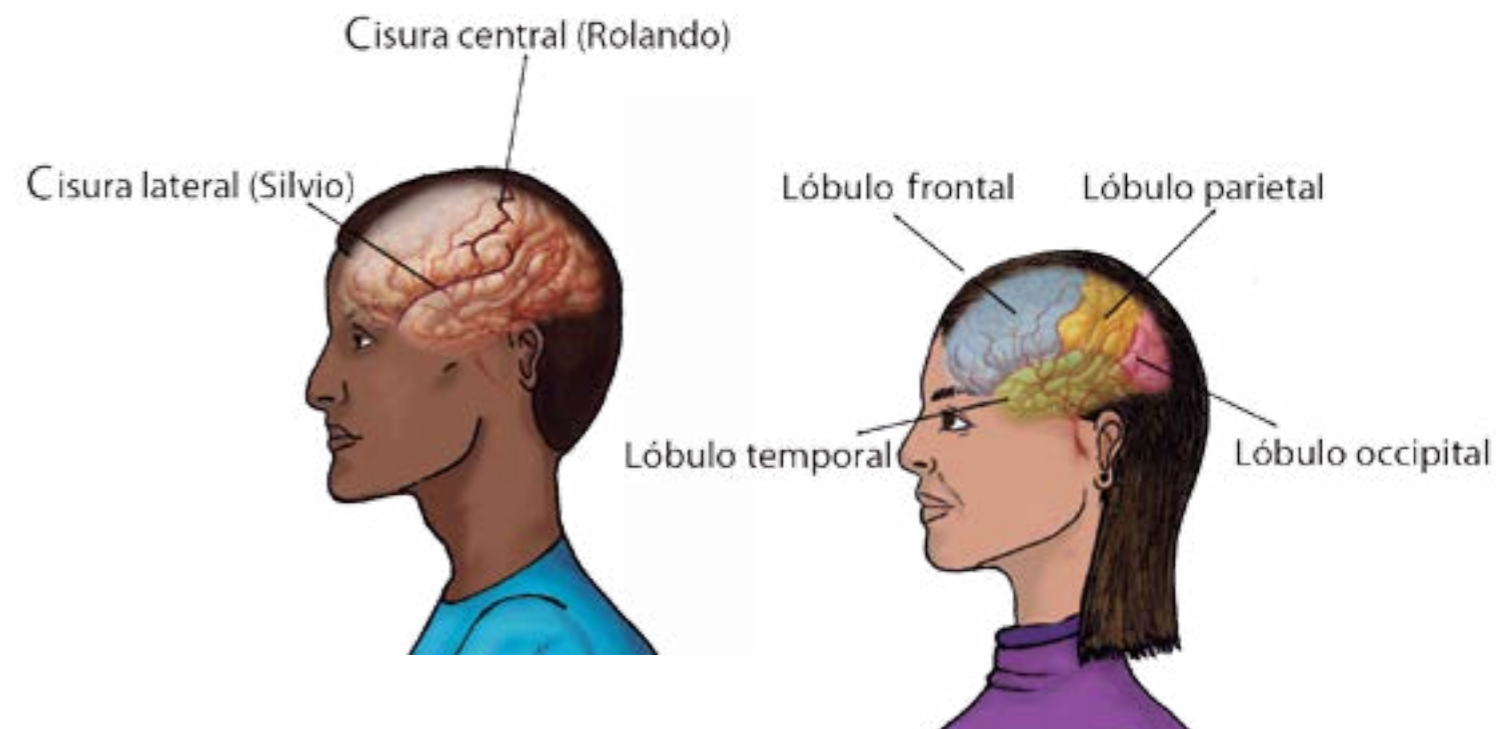


Figura 1.7. Regiones de la corteza cerebral en una persona.

Las cisuras dividen a cada hemisferio, en áreas llamadas lóbulos, y entre ellos tenemos: el lóbulo parietal, el lóbulo frontal, el lóbulo occipital y el lóbulo temporal. En cada uno de los lóbulos se encuentran áreas sensoriales relacionadas con las funciones corporales, éstas reciben los estímulos y elaboran las respuestas.

Las áreas motoras se relacionan con los movimientos musculares. Las áreas de asociación integran la información sensorial con la motora, además realizan las funciones relacionadas con la memoria, el razonamiento, el aprendizaje, la imaginación y la personalidad. Allí se elaboran las respuestas correctas gracias a la interpretación de los símbolos que forman nuestros pensamientos.

Observa la figura 1.9 la cual muestra un corte sagital del encéfalo, es decir, un corte vertical. En este, se pueden apreciar todos los órganos relacionados con el encéfalo, tálamo, hipotálamo, cerebelo, bulbo raquídeo, pedúnculos cerebrales, tubérculos cuadrigéminos y glándula pineal. ¿Conoces qué funciones desempeñan cada uno de ellos? ¡Todas son importantes!

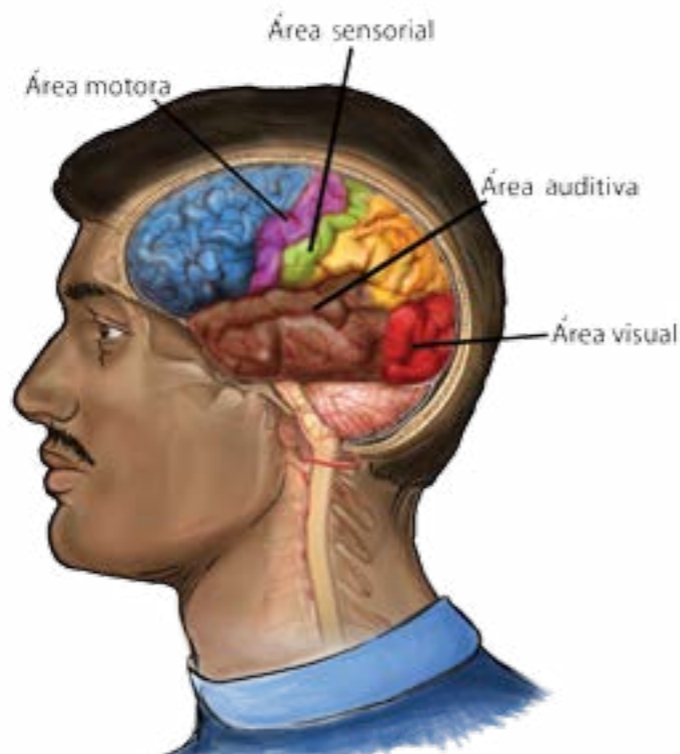


Figura 1.8. Áreas sensoriales del cerebro.

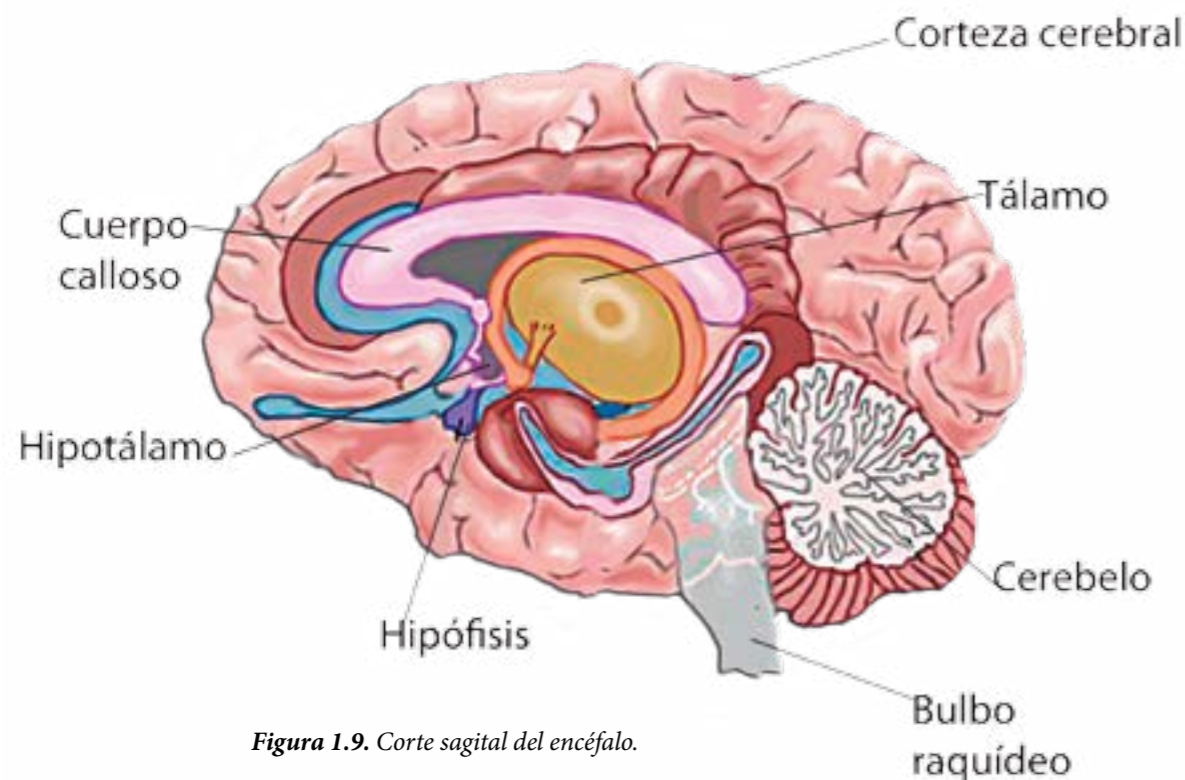


Figura 1.9. Corte sagital del encéfalo.

El **tálamo** es un centro de enlace de los impulsos sensitivos, donde las células nerviosas, denominadas neuronas, llevan la información desde la médula y parte inferior del encéfalo hasta otras neuronas de la **parte sensitiva** del cerebro. Piensa un momento en las siguientes situaciones: vas caminando por la acera y súbitamente un carro toca la corneta, del susto retrocedes y ¡caes en un charco de agua!; o con mucho agrado preparas tus asignaciones escolares y te felicitan por tus excelentes trabajos escolares. ¡Cuántas sensaciones puedes percibir en estos casos!

En cada una de esas situaciones es el tálamo el responsable de comunicar la información sensorial al cerebro, pues regula y controla las manifestaciones que realizamos de nuestras emociones, como el miedo, la sorpresa, el asco, la ira, la tristeza y la alegría, entre otras. ¡El tálamo permite que nuestro cerebro experimente emociones!

Debajo del tálamo, está localizado el **hipotálamo**, que se encarga de controlar el funcionamiento de la hipófisis, la principal glándula endocrina. Se puede decir que el hipotálamo actúa como un termostato porque regula la temperatura corporal, también regula otras funciones como el apetito, la presión sanguínea, el balance hídrico, el sueño, y el metabolismo de azúcares y grasas.

El **cerebelo** se localiza encima del bulbo raquídeo. Al igual que el cerebro, consta de dos hemisferios y de circunvoluciones y surcos. Realiza funciones como coordinar los movimientos corporales, por ejemplo: correr, escribir, trazar líneas, mantener el equilibrio, entre otros.

El **bulbo raquídeo**, también llamado médula oblonga, tiene tres centros de integración que controlan la respiración, el ritmo cardíaco, y la dilatación y contracción de los vasos sanguíneos. Por su parte, los **tubérculos cuadrigéminos** actúan como centros para los reflejos auditivos y visuales. Por ejemplo, actúan cuando la pupila de nuestros ojos se contrae ante la presencia de la luz.

Los **pedúnculos cerebrales** están en la base del cerebro y transmiten los impulsos de la corteza a la protuberancia anular y a la médula espinal. La protuberancia anular está situada delante del cerebelo y por encima del bulbo raquídeo su función se relaciona con la conducción de los impulsos nerviosos, es el puente de comunicación de la médula y el bulbo raquídeo con la parte superior del encefalo.

Para saber más...

El médico fisiólogo francés Philippe Pinel (1745-1826) descubrió una pequeña glándula en la parte superior del cerebro. Esta glándula se denomina glándula epífisis o pineal, en su honor. Hoy sabemos que se encarga de sintetizar y segregar melatonina casi sólo por la noche. Desde el siglo XX, se vincula las funciones de la melatonina con el sistema inmunológico, la actividad antitumoral y la neutralización de los radicales libres, por lo que su investigación es un verdadero reto para nuestro futuro. Pinel es considerado por muchos el padre de la psiquiatría moderna. Él tuvo gran influencia en el tratamiento más humano de las y los pacientes de los asilos mentales, utilizando métodos psicológicos.

La médula espinal: comunicación con el encéfalo y centro de actividad refleja

Desde el bulbo raquídeo se origina la médula espinal, en forma de un largo cordón nervioso, hasta que se ramifica en la primera vértebra lumbar. Su función consiste en conducir los impulsos nerviosos entre el sistema nervioso periférico y el cerebro, y en ser el centro de los reflejos de nuestro cuerpo. Los reflejos son respuestas muy rápidas que dependen únicamente de las neuronas que participan en conjunto con la médula, en ellos no interviene la conciencia.

La médula espinal permite el tránsito de la información, por lo que podemos decir que es una gran avenida de doble vía que transmite el mensaje desde cualquier parte del cuerpo al cerebro y viceversa. No tiene tráfico, ¡es una vía libre! Por lo que los impulsos nerviosos viajan muy rápido. Observa en las imágenes la ubicación y las estructuras de la médula espinal. En la sustancia blanca existe un conjunto de fibras nerviosas que conducen la información hacia el encéfalo, y se denominan **vías ascendentes**. La conducción desde el encéfalo a los efectores se denomina **vías descendentes**. Por ello decimos que es un cordón nervioso de doble vía.

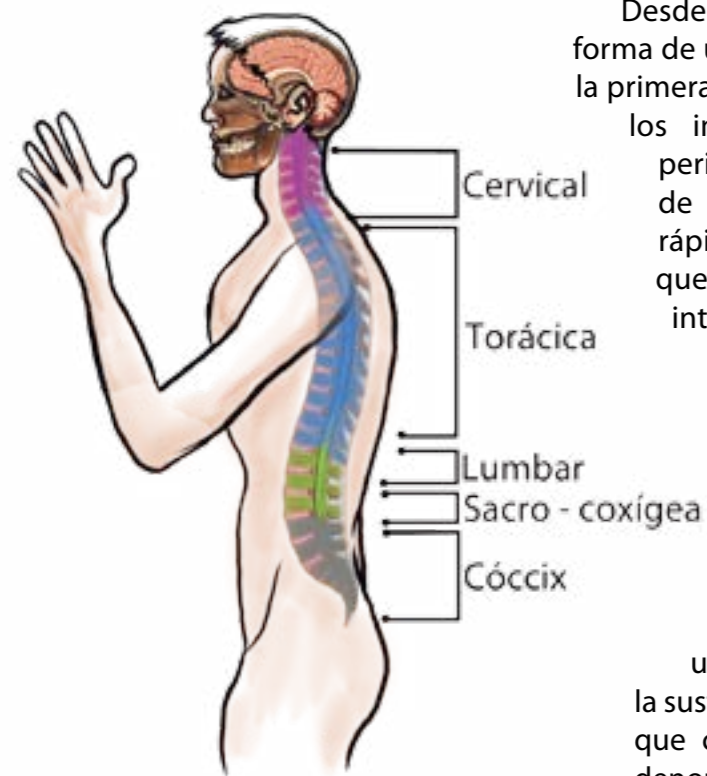


Figura 1.10. Médula espinal y secciones.

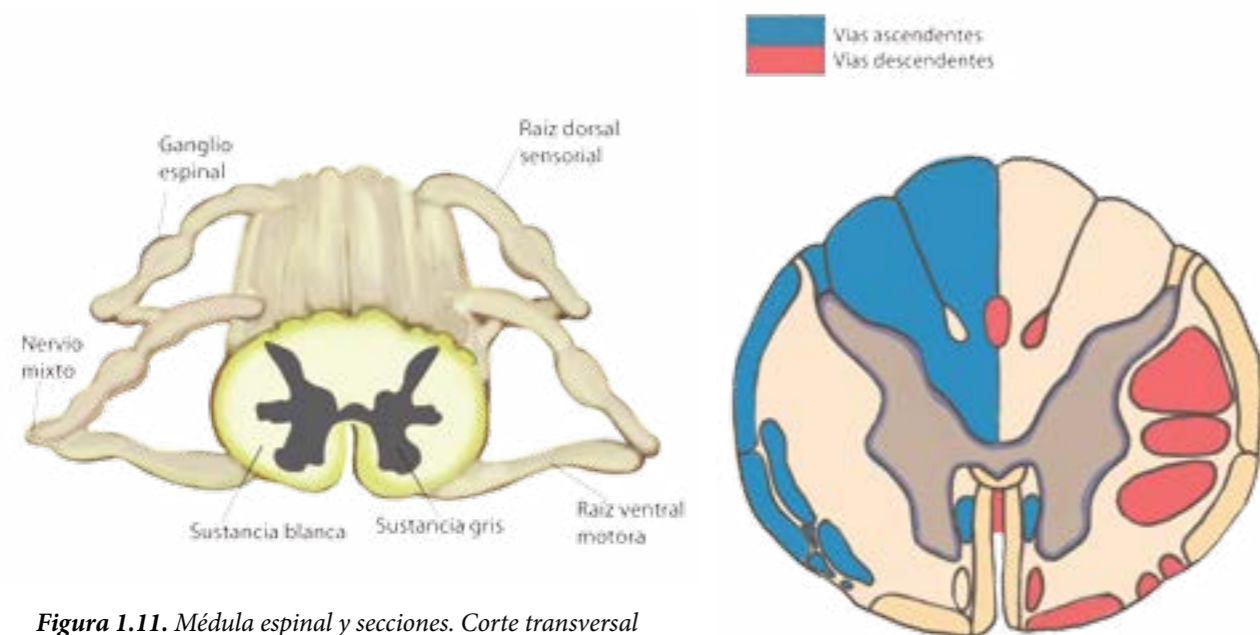


Figura 1.11. Médula espinal y secciones. Corte transversal de la médula espinal.

El Sistema Nervioso Periférico (SNP)

¿En qué piensas cuando te dicen periferia o periférico?, este término tal vez lo has empleado para referirte a regiones cercanas o localidades que rodean un centro poblado. En el caso del Sistema Nervioso Periférico (SNP) desde el encéfalo y la médula espinal salen los nervios craneales y espinales respectivamente, los cuales se conectan con todos los órganos receptores (órganos que reciben los estímulos del ambiente) como la piel, los ojos, los oídos, el gusto; y también con los órganos efectores (que efectúan las respuestas del organismo) como los músculos y las glándulas. Si tiene este tipo de conexiones, entonces, ¿cómo está organizado?, ¿cuál es la función del sistema nervioso periférico?

El SNP está integrado por el sistema nervioso somático y el sistema nervioso autónomo. El sistema nervioso somático comprende diferentes tipos de nervios, 31 pares de nervios raquídeos y 12 pares de nervios craneales. Los nervios están formados por un conjunto de fibras nerviosas, que son prolongaciones alargadas de las células nerviosas, que permiten llevar la información y establecer la comunicación entre el medio externo e interno. En el sistema nervioso somático los nervios inervan a los músculos esqueléticos, por lo que conducen información tanto sensitiva como motora.

El sistema nervioso autónomo controla y regula funciones como la presión arterial, el sudor, las secreciones digestivas, entre otras. A su vez se divide en **sistema simpático** y **parasimpático**. Ambos actúan sobre los mismos órganos, pero realizan funciones antagónicas, es decir, acciones contrarias sobre los mismos órganos. Por ejemplo: si el sistema simpático aumenta los latidos del corazón, el sistema parasimpático los reduce.

Es beneficioso que se representen en pares opuestos los dos sistemas, porque permiten el **equilibrio y control** de cada víscera y órgano al recibir una doble inervación de estos nervios, si uno acelera la función, el otro lo desacelera, permitiendo la homeostasis. En la figura 1.12 tienes un esquema de la vinculación entre el sistema simpático y el parasimpático.

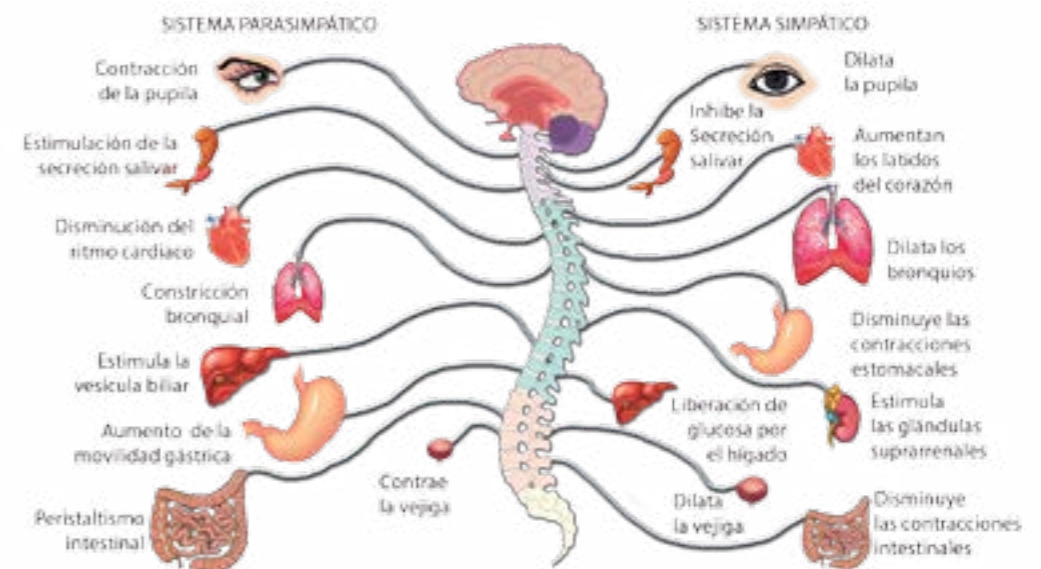


Figura 1.12. Funciones antagónicas del sistema nervioso simpático y el parasimpático.

Cuando nos encontramos ante una situación de alerta el sistema nervioso actúa sobre otros sistemas como el sistema endocrino, circulatorio, respiratorio y muscular para preservar la vida, en este caso la respuesta es rápida hasta estar a salvo.

Observa la siguiente ilustración que representa el sistema nervioso en acción.



Figura 1.13. Sistema nervioso en acción.
El joven asustado sale corriendo.

El sistema nervioso central y el sistema autónomo simpático intervienen para poder pensar inteligentemente y escapar del peligro (como en la situación anterior); el resultado es que se coordinan los movimientos que realiza el cuerpo, se acelera el pulso cardíaco, aumenta la presión arterial y el ritmo de la respiración; los neurotransmisores químicos incrementan la actividad de las células nerviosas o neuronas.

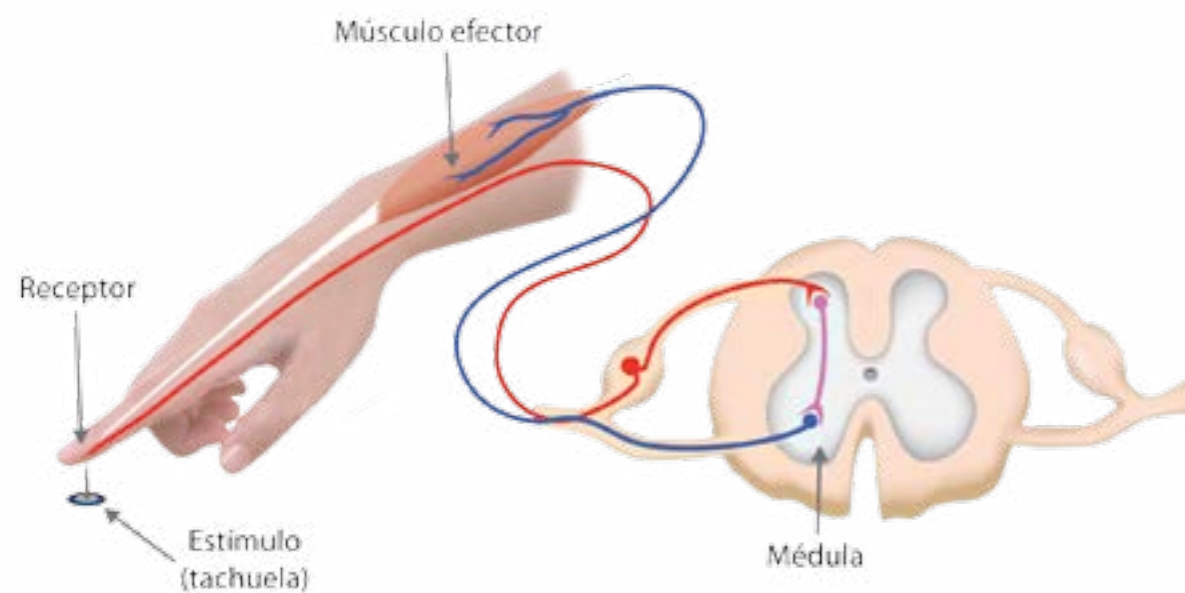


Figura 1.14. Arco reflejo.
La línea roja señala la vía receptora de información y la azul la respuesta de alerta.

Cuando nos pinchamos con una tachuela, no esperamos hasta que el dolor sea experimentado por el cerebro; la respuesta es innata y automática: retiramos inmediatamente la mano. Este tipo de respuestas, como en la figura 1.14, sólo dependen de las neuronas sensitivas y motoras que llegan a la médula y producen una respuesta inmediata, a la que se denomina **arco reflejo**.

Además de los órganos que se encuentran en estos dos grandes subsistemas, también participan otros órganos y estructuras en la conducción de la información, entre ellos tenemos:

- Los órganos de los sentidos o receptores: son los que reciben y conducen la información, traduciéndola en impulsos nerviosos.
- Los músculos y glándulas o efectores: son los que hacen efectiva la respuesta.
- Las neuronas: son las encargadas de transmitir los estímulos dentro del sistema nervioso.

Muchas de las actividades que realizamos día a día son controladas por los reflejos. Estos pueden ser simples como los que vimos anteriormente con el arco reflejo, o pueden estar vinculados a actividades comunes del ser humano, que existen desde el nacimiento, por lo que se llaman **reflejos heredados**; otros reflejos son adquiridos posteriormente como producto de la experiencia, estos se llaman **reflejos condicionados**.

Para saber más...

El arco reflejo es una respuesta automática, innata e involuntaria que responde a una parte específica del cuerpo. La extensión de la pierna como respuesta ante un estímulo doloroso es un ejemplo de este reflejo, y son muy importantes porque ¡no esperamos que el dolor sea reportado por el cerebro para decidir qué hacer! La información llega a la médula espinal y se produce una respuesta rápida. Los reflejos tienen gran valor para la supervivencia de las especies.





Estructuras del Sistema Nervioso Central (SNC)

Para identificar algunas estructuras del sistema nervioso central, vamos a reconocer la morfología y ubicación en el encéfalo y médula espinal.

¿Qué necesitas?

- Sesos de res.
- Médula espinal de res (si está congelada se manipulará mejor).
- Papel absorbente.
- Papel aluminio.
- Bolsa plástica.
- Guantes plásticos.
- Jabón.
- Bandeja.
- Equipo de disección.
- Paleta de madera.
- Lupa.
- Portaobjeto.
- Cubreobjeto.
- Microscopio.
- Azul de metileno.

¿Cómo lo harás?

- Utiliza los guantes, las agujas y equipo de disección para manipular el material biológico en tu mesa de trabajo. Puedes utilizar la lupa para examinar y comparar.
- Describe y comenta las características de los sesos y de la médula de res, en cuanto a su forma, textura, color, consistencia.
- Realiza un corte sagital en el cerebro y separa los dos hemisferios. Identifica las estructuras. Utiliza las imágenes del libro como guía.
- Realiza un corte transversal a la médula espinal. Identifica las estructuras, orientate con las imágenes del libro. Con la paleta de madera frota suavemente la zona de las astas, que es el área de color gris en forma de H; luego sobre el portaobjeto desliza la paleta asegurándote de que quede bien humedecido. Prepara la muestra para observarla al microscopio, pueden utilizar como colorante el azul de metileno.
- Registra en el cuaderno las observaciones. Dibuja y señala cada una de las partes de las estructuras que observaste en los cortes y en el microscopio.
- Cuando termines, limpia la mesa de trabajo, lava tus manos y guarda el material y los instrumentos de laboratorio.

¿Qué concluyes?

- Conversen sobre la función de cada una de las estructuras del SNC, su ubicación, y el tipo de célula que observaste en el microscopio.

Arco reflejo

- Vamos a identificar y conversar sobre las respuestas inmediatas que da nuestro sistema nervioso desde la médula, denominadas reflejos. Les planteamos dos situaciones:

a. Reflejo rotulario: seguramente cuando has ido al médico, han revisado tu reflejo rotulario, este se observa cuando por un golpe debajo de la rótula ocurre una contracción muscular y en consecuencia, la pierna se levanta.

b. Parpadear: pídele a un compañero que aplauda frente a tu cara e intenta no parpadear. ¿Lo lograste? Es muy difícil porque el parpadeo en esta situación es también un reflejo.

- Comenta en tu grupo ¿qué subsistema del sistema nervioso actúa en estos casos?, ¿por qué son respuestas involuntarias?, ¿qué sistema las controla?, ¿qué tipo de neuronas actúan tanto para la recepción del estímulo como para la respuesta al mismo?

- Realiza en tu cuaderno un dibujo sobre el tipo de neurona que participa en la conducción del estímulo nervioso y para la discusión en grupo puedes completar un esquema como el que se te propone a continuación o elaborar tu propio esquema, describe en él cómo se recibe y conduce la información hasta que se traduce en impulsos y se origina una respuesta:

Estímulo -Receptor _____ _____ _____ _____	Tipo de neurona que participa en la transmisión del impulso _____ _____ _____	Centro nervioso que participa _____ _____ _____	Músculo efector y respuesta: _____ _____ _____
--	--	--	---

Las células nerviosas: las neuronas reciben, integran y transmiten las señales del ambiente

Sentimos, imaginamos, pensamos... recibimos los estímulos del ambiente y elaboramos respuestas, gracias a nuestros centros nerviosos: la médula y el encéfalo. La comunicación se mantiene mediante las neuronas que transmiten la información entre ellas, y con los receptores y los efectores.

Las neuronas son capaces de comunicarse entre ellas y a su vez con los diferentes órganos del cuerpo. De hecho, conforman largas vías de comunicación denominadas **nervios** y también los centros de control (médula espinal y encéfalo). Los nervios son un conjunto de neuronas conectadas entre sí. El cuerpo humano posee un conjunto de nervios. Seguramente conoces algunos, por ejemplo: el nervio ciático, los nervios craneales o los nervios raquídeos como los cervicales, torácicos, lumbares, sacros, entre otros.

Las neuronas constituyen parte fundamental del tejido nervioso, y llevan la información en forma de impulso nervioso, el cual es un fenómeno que se produce de forma electroquímica cuando viaja a lo largo de la fibra nerviosa; y de forma química, cuando pasa de una neurona a otra. Observa en la ilustración las partes de la célula nerviosa o neurona.

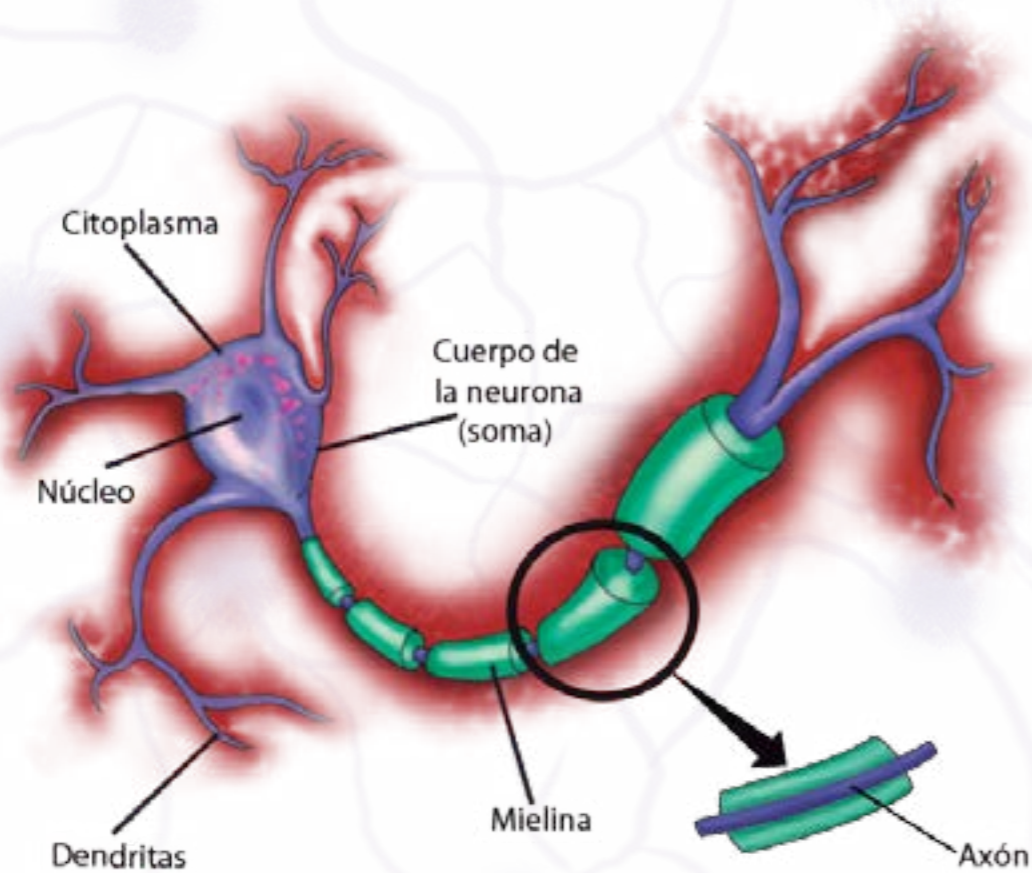


Figura 1.15. La neurona es la unidad anatómica y funcional del sistema nervioso.

La estructura de la neurona, la apreciaste en la figura 1.15, presenta varias partes, entre ellas: el soma o cuerpo, las dendritas, el axón y la vaina de mielina.

- **El soma o cuerpo:** es la parte más ancha de la neurona, contiene los organelos celulares, y de ella surgen las dendritas.
- **Dendritas:** son las ramificaciones encargadas de recibir el estímulo tanto del ambiente como de otra neurona y conducir el impulso en forma de estímulo hasta el soma.
- **Axón:** emerge de un extremo del cuerpo de la célula, y se aprecia como la parte más prolongada de la neurona que conduce el impulso nervioso desde el soma hasta la neurona más cercana, gracias a la sinapsis.
- **Mielina:** sustancia que envuelve el axón y acelera la conducción del impulso nervioso.

El impulso nervioso se transmite a través del axón de una neurona a la dendrita de otra neurona. Axón y dendrita por lo general no llegan a tocarse, entre ellos existe un pequeño espacio en el cual ocurre un proceso llamado **sinapsis** (figura 1.16).

El impulso viaja por cada neurona en forma eléctrica. Cuando llega a la sinapsis no puede continuar, pero entonces provoca la liberación de sustancias químicas en la punta del axón de la neurona por donde venía. Estas sustancias químicas llegan hasta las dendritas de la siguiente neurona y allí generan cambios que activan una descarga eléctrica que a su vez sigue por la segunda neurona, hasta la punta de su propio axón. Así va el proceso de neurona a neurona hasta que la señal llega a su destino en la médula espinal o el encéfalo. Las sustancias químicas que actúan en las sinapsis entre neurona y neurona se llaman neurotransmisores.

El proceso se repite cuando desde la médula o encéfalo se manda una "orden" por los nervios hasta los músculos o las glándulas del cuerpo.

Los neurotransmisores pueden servir para estimular la continuidad de un impulso nervioso, o todo lo contrario, inhibirlo. Se han encontrado cerca de 50 neurotransmisores con una diversidad de funciones, siendo los más comunes la acetilcolina, la dopamina, la serotonina y la norepinefrina.

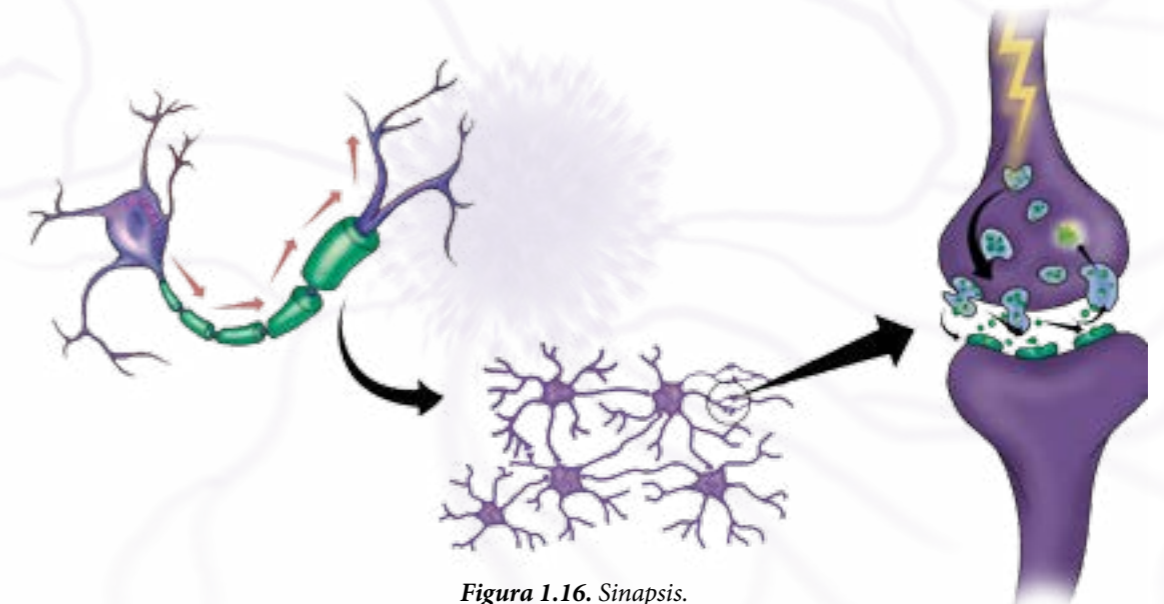


Figura 1.16. Sinapsis.

Para saber más...

El científico español Santiago Ramón y Cajal (1852-1934) es considerado el padre de la neurociencia moderna, porque sus experimentos constituyeron el punto de partida para los descubrimientos más importantes sobre la estructura y la función del sistema nervioso.

Con sus observaciones microscópicas del tejido nervioso infirió: "El ejercicio mental facilita un mayor desarrollo de las estructuras nerviosas en aquellas partes del cerebro en uso. Así las conexiones preexistentes entre grupos de células podrían ser reforzadas por la multiplicidad de terminales nerviosas". Cajal definió las neuronas como "las misteriosas mariposas del alma, cuyo batir de alas quién sabe si esclarecerá algún día el secreto de la vida mental".

Según su función, las neuronas se pueden clasificar en tres tipos:

- **Sensoriales o aferentes** son las que reciben la señal de los receptores y conducen la información al sistema nervioso central, por ejemplo las que se localizan en la piel.
- **Motoras o eferentes** son la que conducen la información desde el sistema nervioso central hasta los efectores como los músculos, glándulas, es decir, conducen las respuestas.
- **Interneuronas o de asociación**, son las que unen y comunican dos o más neuronas.

Según su estructura, las neuronas se clasifican en: unipolar, pseudounipolar, bipolar y multipolar. Observa sus principales características en las siguientes imágenes.

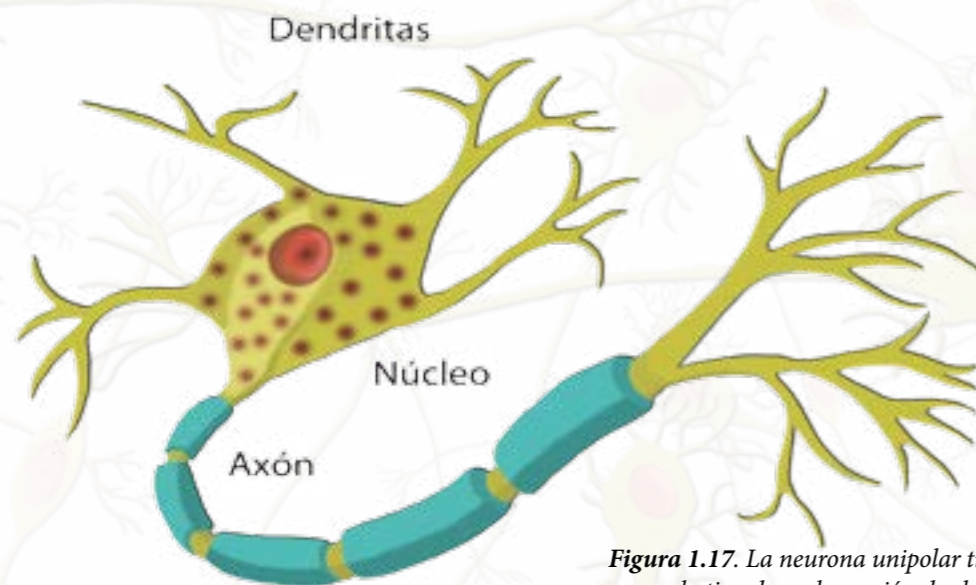


Figura 1.17. La neurona unipolar tiene un solo tipo de prolongación desde el cuerpo central.



Figura 1.18. La neurona pseudounipolar posee una sola prolongación.



Figura 1.19. En la neurona bipolar desde el cuerpo central salen dos prolongaciones.



Figura 1.20. La neurona multipolar tiene una sola prolongación y desde el cuerpo central salen muchas ramificaciones.

Las neuronas son muy importantes para realizar todos los procesos de comunicación en el sistema nervioso. Tenemos millones de neuronas en el cerebro, cerca de 100.000.000.000. ¡Imagina la cantidad de conexiones que realizan y de información que transmiten!

Además de las neuronas, nuestro sistema nervioso, así como el de muchos vertebrados, posee otras células nerviosas denominadas **gliales**, las cuales cumplen un importante papel en el control y mantenimiento del medio extracelular de las neuronas, sirven de soporte nutricional, regulan los niveles de los neurotransmisores, entre otros valiosos aportes.

Hasta las últimas décadas del siglo XX se pensaba que el adulto no era capaz de generar nuevas neuronas de manera continua. Sin embargo, los estudios en neurociencia han demostrado que el encéfalo es capaz de realizar un mecanismo de renovación y reemplazo constante de neuronas denominado **neurogénesis**. En nuestra vida cotidiana, las interacciones sociales, disfrutar de actividades de recreación, el ejercicio físico, la actividad mental agradable, y respetar las horas del descanso son situaciones positivas que favorecen la renovación de las neuronas; por el contrario, las drogas, no dormir suficientes horas o las hormonas provocadas por el estrés disminuyen la neurogénesis. Es importante cuidar nuestras células funcionales del sistema nervioso: gracias a ellas realizamos las funciones de relación con el ambiente, vitales para todo ser vivo.

Nuestro sistema nervioso

Somos el resultado de las actividades que realiza nuestro sistema nervioso, desde las que realizan las neuronas hasta las que realiza el cerebro como un todo, que interpreta la realidad y determina quiénes somos, nuestra conducta, ideas, emociones y temperamento. ¡Por su inmensa complejidad el sistema nervioso es fascinante! Realiza funciones vitales en nuestro organismo, por lo que su protección y cuidado son importantes tanto a nivel personal como colectivo ¿Qué acciones podemos realizar para prevenir enfermedades en el sistema nervioso?

Individualmente somos responsables por mantener una alimentación equilibrada, realizar frecuentemente ejercicios físicos al aire libre, descansar y cuidar la higiene. En nuestras actividades diarias es importante no exponernos al humo del cigarrillo, ni consumirlo, así como otras sustancias tóxicas (alcohol u otras drogas) que afectan el funcionamiento del sistema nervioso y pueden ocasionar graves enfermedades mentales, ya que estas sustancias actúan como venenos de las células nerviosas. Debemos también protegernos y evitar infecciones por bacterias y virus e infecciones de transmisión sexual (ITS), porque alteran el sistema nervioso e inmunológico. Es importante estimular el funcionamiento cerebral gracias a actividades complejas que nos resulten agradables: leer buenas obras, oír música de calidad, o asistir a eventos culturales diversos; también participar en iniciativas que nos resulten retadoras y significativas: artísticas, científicas, tecnológicas, sociales, políticas...

A nivel social, es necesario establecer relaciones afectuosas y saludables con los demás, porque son la base de una vida armónica en sociedad, solucionar siempre mediante el diálogo los problemas y diferencias de opiniones que puedan surgir, y practicar la tolerancia con los otros. Igualmente participar en actividades para prevenir accidentes, cumplir con la normativa legal, y así evitar lastimar nuestra integridad física y la de otros. Todas estas acciones también forman parte del cuidado del sistema nervioso en cualquiera de sus partes.

Estas y todas las medidas que se puedan implementar para mantener el equilibrio del cuerpo y de la mente inciden en el bienestar de nuestra vida y en el bienestar de la colectividad.



Actividades de autoevaluación

1. El curare es una sustancia de origen vegetal que utilizan diferentes comunidades de pueblos indígenas del Amazonas como veneno para cazar, colocándolo en la punta de sus flechas. Esta sustancia se comporta como un neurotransmisor que inhibe las funciones del sistema muscular produciendo parálisis progresiva. En medicina es utilizado como un sustituto de la anestesia y como relajante muscular porque inhibe la acción de la acetilcolina; el curare se une a los receptores nicotínicos, bloqueándolos y paralizando toda la musculatura, incluyendo la respiratoria y cardíaca. Si el curare bloquea la conducción nerviosa muscular, ¿cuáles células nerviosas se ven afectadas? Nombra algunos tipos de operaciones quirúrgicas que se pueden realizar, si se paralizan músculos específicos vinculados con el sistema autónomo.

2. Mentes célebres. Los pliegues del cerebro pueden resultar de aspecto desagradable, pero son muy eficientes porque permiten contener más células nerviosas en el espacio limitado del encéfalo. Así es más sencillo que el cerebro humano piense, conecte emociones, logre aprendizajes, sea sensible al entorno, creativo y realice diversidad de actividades funcionales. En algunas ocasiones el cerebro puede sufrir enfermedades que afectan el comportamiento y la personalidad, algunas no se pueden tratar y otras se pueden curar.

Existe el notable caso del científico Stephen William Hawking (1942), quien sufre de esclerosis lateral amiotrófica (ELA), y en el que se aprecian las posibilidades de la mente humana. Esta enfermedad afecta a las células nerviosas que conectan el cerebro con la médula espinal, lo que le genera problemas para hablar y caminar, pero su mente muestra perfectas conexiones, es una mente brillante: Hawking ha desarrollado la mayoría de sus estudios después de enfermarse. Opina con tus compañeros y compañeras: ¿Cuál subsistema del sistema nervioso está más afectado en este caso? ¡Recuerda que en este ejemplo podemos apreciar lo especial que es el cerebro humano!

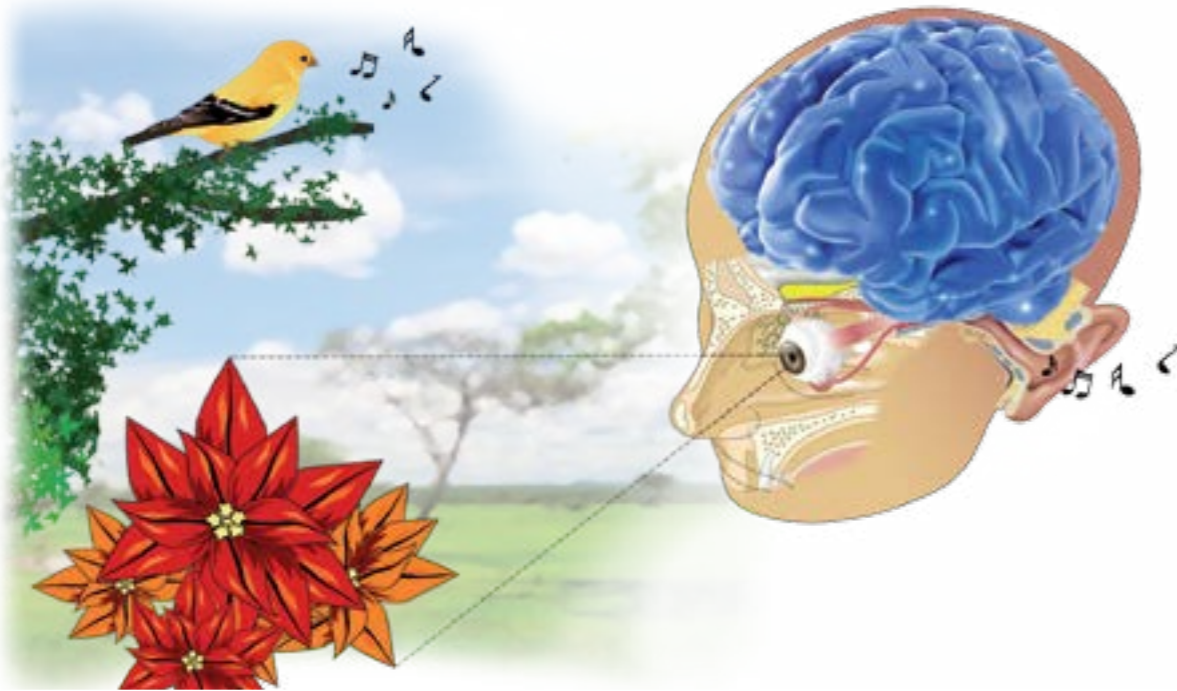
Otra mente célebre fue el Premio Nobel Albert Einstein (1879-1955), autor de la teoría de la relatividad. Al morir, su cerebro fue donado a la ciencia para ser estudiado. Hasta ahora, el único dato científico medianamente interesante obtenido de este estudio es que la parte relacionada con la capacidad matemática es más grande que en otros cerebros, el resto de las características son iguales a las conocidas en la especie humana. Sin embargo, los científicos afirman que Einstein utilizó sólo la cuarta parte de sus neuronas. Este hecho nos permite reflexionar sobre cuánto potencial tenemos como especie y qué capacidades podemos desarrollar. Conversa con tus compañeros y compañeras y redacta una opinión sobre los casos de mentes célebres.

3. Trabaja con las siguientes páginas interactivas:

- <http://neurociencias.udea.edu.co/neurokids/experimentos%20actividades.htm>
- <http://www.upv.es/jugaryaprender/cienciasnaturales/simumendel.htm>



2 Sentimos y reaccionamos ante los cambios ambientales



Todos los seres vivos poseen diversos mecanismos para relacionarse con el ambiente al cual pertenecen. De esta manera, responden a los estímulos del ambiente, se adaptan y actúan ante situaciones diversas. Los organismos unicelulares son sensibles a estímulos como la luz, variaciones de temperatura y a ciertas sustancias químicas. Los organismos multicelulares, de mayor complejidad, cuentan con diferentes órganos especializados denominados receptores, los cuales son sensibles a estímulos del ambiente. Por ejemplo: si tocas el tentáculo de un caracol el animal se retrae rápidamente. Gracias a los receptores los animales pueden buscar alimentos, identificar a sus posibles parejas, escapar ante peligros, es decir, reaccionar ante los estímulos. Las plantas también responden a estímulos del ambiente.

Las actividades que diariamente realizamos los seres humanos también dependen de la información que recibimos del ambiente a través de nuestros receptores llamados órganos sensoriales u órganos de los sentidos, gracias a ellos puedes sentir la brisa en las mejillas, oír música, saborear un dulce, percibir el olor de las frutas maduras, ver una buena película, observar la belleza del ocaso del sol, el ruido de las olas del mar, el olor de la tierra cuando empieza a llover, entre otras posibilidades.

Todas las sensaciones que percibimos son información del ambiente que se transforma en impulsos nerviosos, y que gracias al sistema nervioso y al sistema endocrino se procesa para responder a través de los órganos efectores. En los seres humanos los principales efectores están formados por los músculos y las glándulas. Y los principales órganos receptores los forman la piel, el olfato, el oído, la vista y el gusto; cada uno está en relación con el sistema nervioso para realizar funciones específicas, las cuales vamos a describir en la siguiente lectura.

Percibimos nuestro entorno a través de los órganos sensoriales

Cuando escuchas tu música favorita o comes un rico almuerzo, estás reaccionando ante la información del ambiente, que es recibida por los receptores en forma de ondas sonoras o como sabores y olores de los alimentos. Esa información es un estímulo que es transformado en impulsos nerviosos para llegar al sistema nervioso, donde se traduce el mensaje y se genera una respuesta.

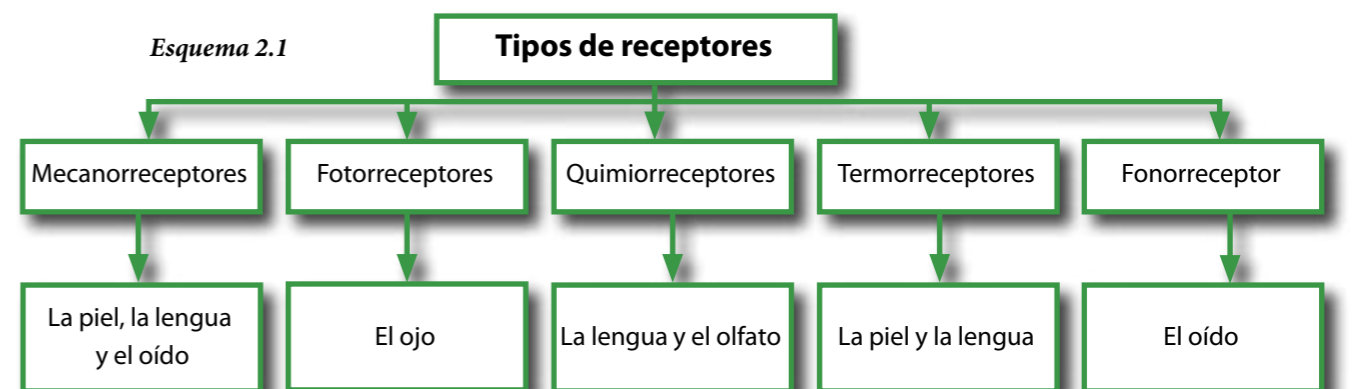
Los principales órganos sensoriales en los seres humanos son el oído, la piel, la lengua, el ojo y la nariz, los cuales poseen estructuras especializadas para percibir el sentido de la audición, del tacto, del gusto, de la visión y del olfato, respectivamente.

Sin embargo, existen otros sentidos que son más generales, con células receptoras ubicadas en los músculos, vísceras, articulaciones, garganta, entre otros; y son muy importantes, porque permiten determinar el estado interno del cuerpo para sentir la tensión de los músculos, el movimiento de las articulaciones, la sed, el hambre, las náuseas, el dolor, etcétera. Al igual que los órganos sensoriales, se encuentran asociados a los sistemas nervioso, endocrino, óseo-muscular, digestivo, circulatorio, por nombrar algunos.

Percibimos diversidad de estímulos, ¿conoces los tipos de estímulos que recibe cada uno de nuestros órganos receptores? En ocasiones, un órgano sensorial recibe más de un estímulo diferente, entre ellos tenemos:

- Los estímulos mecánicos, como la presión y el sonido, son percibidos por la piel, el oído interno y otros sistemas como el circulatorio, digestivo y respiratorio.
- Los estímulos luminosos, es decir la luz, se perciben por el ojo, específicamente en la retina, lugar donde se encuentran los receptores.
- Los estímulos químicos, por ejemplo, las moléculas de sustancias líquidas y gaseosas, son percibidos por varios órganos, como la lengua, la nariz y el hipotálamo.
- Los estímulos térmicos, vinculados a la temperatura. Por ejemplo, la piel percibe y responde ante las variaciones de temperatura.

Dependiendo del tipo de estímulo que se reciba del ambiente, los órganos sensoriales o receptores se pueden clasificar en quimiorreceptores, fotorreceptores, mecanorreceptores y termorreceptores. Ellos tienen dos funciones principales: recibir los cambios del ambiente y transmitir la información de ese cambio al sistema nervioso central. En el siguiente esquema se muestran los receptores y los órganos de los sentidos involucrados.



El sentido del olfato

En la naturaleza, las flores, los alimentos, la tierra húmeda, la hierba, las mascotas, las personas y tantos otros seres vivos y entes no vivos emiten moléculas aromáticas que se pueden percibir porque se difunden en el aire hasta que llegan a la nariz. En el aire, las moléculas se encuentran muy separadas por lo que tienen una gran libertad de movimiento, esto permite que se difundan por todas partes, de una región de gran concentración a otras de menor concentración.

¿Te has preguntado cómo detectamos esos olores? La nariz es el órgano donde reside el sentido del olfato, el cual es capaz de recibir los estímulos químicos del ambiente, por lo que es un quimiorreceptor. Sus membranas interiores son capaces de percibir estas moléculas.

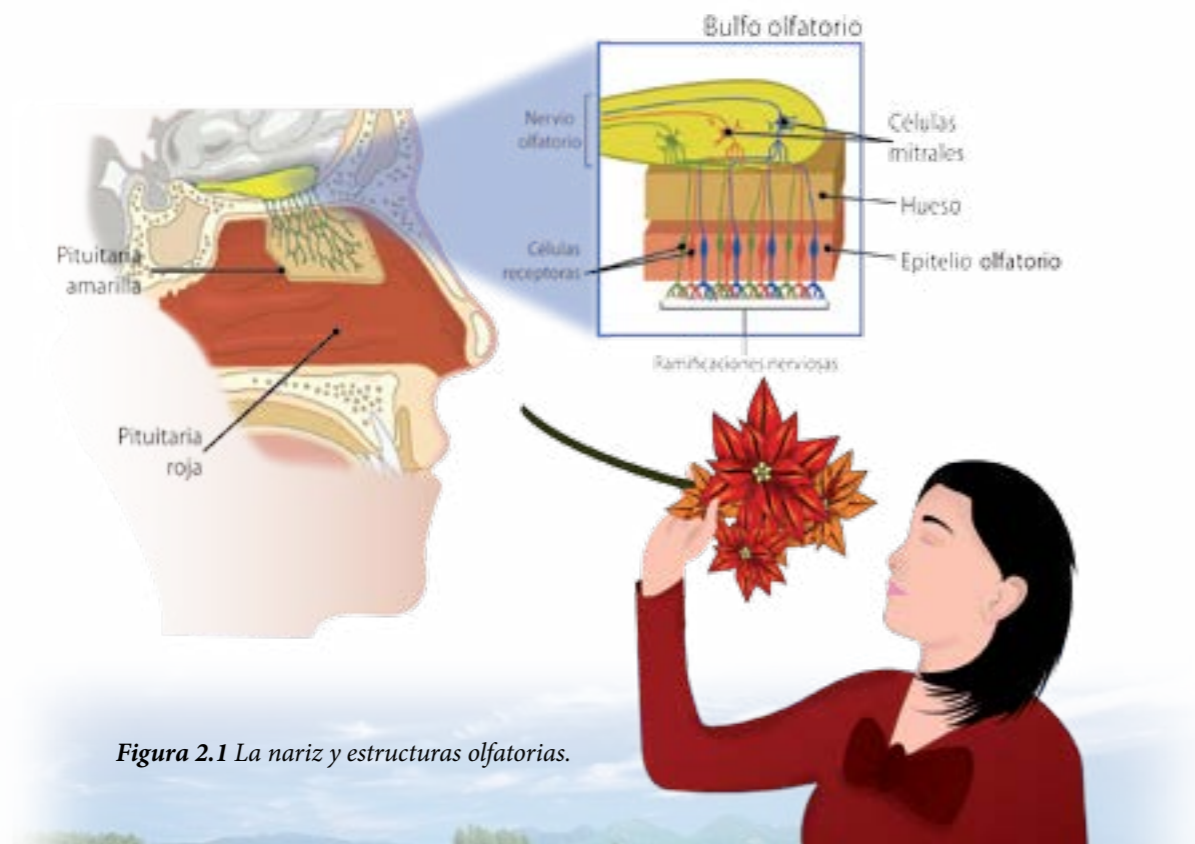


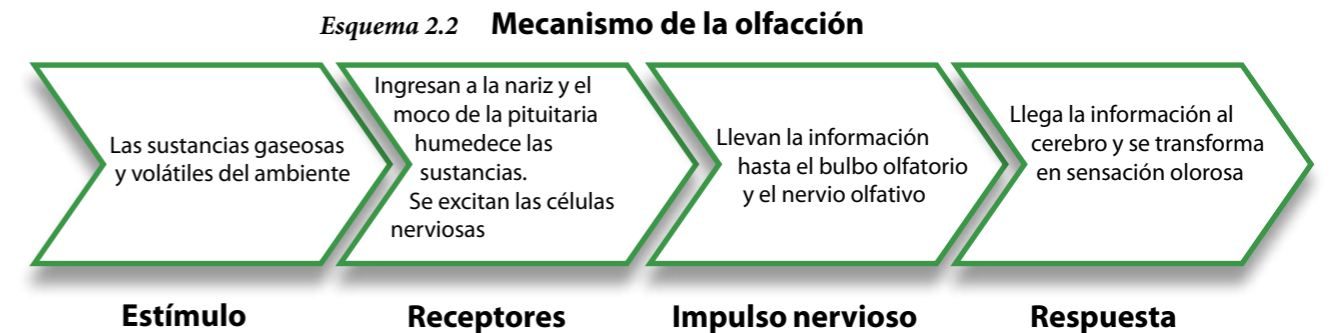
Figura 2.1 La nariz y estructuras olfatorias.

La nariz se ubica en la región central de la cara, y presenta dos cavidades denominadas fosas nasales, las cuales permiten la comunicación entre el ambiente y las vías respiratorias. Está recubierta internamente por una membrana llamada pituitaria, en la cual se distinguen dos zonas una inferior y otra superior, se distinguen la pituitaria roja y la pituitaria amarilla respectivamente.

La **pituitaria roja** o respiratoria debe su nombre al color rojo debido a la presencia de gran cantidad de vasos sanguíneos, que permiten calentar el aire que ingresa en las vías respiratorias antes de llegar a los pulmones. Esta membrana presenta pequeños pelos que retienen las partículas de polvo y los gérmenes para mantenerlos fuera de las vías respiratorias. Limpiando así el aire que respiramos. En ella también se encuentran células glandulares que secretan moco, el cual sirve para disolver las sustancias químicas y percibir su olor.

En la **pituitaria amarilla** u olfatoria, se encuentran los receptores olfativos formados por células nerviosas bipolares. Estas células poseen extremos extendidos que se proyectan en una serie de pequeños pelos denominados cilios que se contactan con el moco nasal por un extremo y, por el otro, sus axones se unen para formar fibras que constituyen el **nervio olfatorio**, que llega hasta el **bulbo olfatorio**.

Para percibir los olores las sustancias aromáticas se disuelven en el moco, lo que permite excitar las células olfatorias para que se origine el impulso nervioso que viaja a través del nervio olfatorio hasta la corteza cerebral. ¡Sin los mocos no se puede disfrutar de los olores! Luego en la corteza se produce la respuesta ante el estímulo del olor, se transforma el impulso nervioso en una sensación olorosa.



El sentido del olfato puede percibir cantidades muy pequeñas de sustancias olorosas así como grandes cantidades que determinarían un intenso olor. ¿Has tenido la oportunidad de estar en un ambiente con un olor intenso?, después de un largo tiempo ¿qué has percibido? seguramente has notado que los estímulos pueden parecer al final inodoros porque el olfato al recibir constantemente el mismo estímulo se fatiga rápidamente, de manera que, después de un tiempo, no se percibe el fuerte olor.

En el reino animal muchas actividades son influenciadas por sustancias químicas que se perciben del ambiente a través de la olfacción. Es el sentido del olfato el que principalmente permite el desarrollo de actividades sexuales, reproductoras, sociales y de alimentación. Evolutivamente en los seres vivos el sentido del olfato ha jugado un papel importante en la supervivencia. Sin él, conseguir comida, buscar pareja, reconocer huellas y rastros de presas o escapar a los depredadores sería una tarea muy difícil.

El olfato como órgano quimiorreceptor se ha desarrollado de manera diferente en las especies. Los insectos reconocen sustancias químicas para la búsqueda de alimentos específicos y la reproducción. En los vertebrados la percepción de sustancias químicas permite reconocer territorios, atraer a su pareja sexual o defenderse, sin embargo es importante tener presente que los quimiorreceptores se pueden encontrar dispersos en diferentes lugares en algunas especies, por ejemplo, las ranas son capaces de recibir a través de su piel las sustancias químicas, los peces también.

En los mamíferos el sentido del olfato se encuentra localizado en las zonas húmedas de la nariz, y en conjunto con el sentido del gusto constituyen los órganos quimiorreceptores más importantes de comunicación con el ambiente.

El sentido del gusto

¿Te has preguntado si en tu vida diaria los sabores te han motivado a escoger los alimentos? Seguramente prefieres los alimentos que tienen combinación de varios sabores. Entre los sabores básicos que percibe el ser humano se encuentra el dulce, el salado, el ácido y el amargo. En la imagen, puedes apreciar las zonas donde se captan estos sabores en la lengua.

La lengua es un órgano musculoso que se ubica en el interior de la boca. Además de permitirnos percibir los sabores también ayuda a percibir la temperatura de los alimentos. Las células nerviosas que reciben los estímulos se encuentran en estructuras especializadas en forma de yemas denominadas **botones gustativos**.

Es posible apreciar en la lengua elevaciones denominadas **papilas gustativas**, que pueden contener varios botones gustativos. Existen cuatro clases de papilas, clasificadas según su forma, entre ellas tenemos: las caliciformes, fungiformes, filiformes y foliadas. ¿Conoces las funciones de las papilas gustativas?

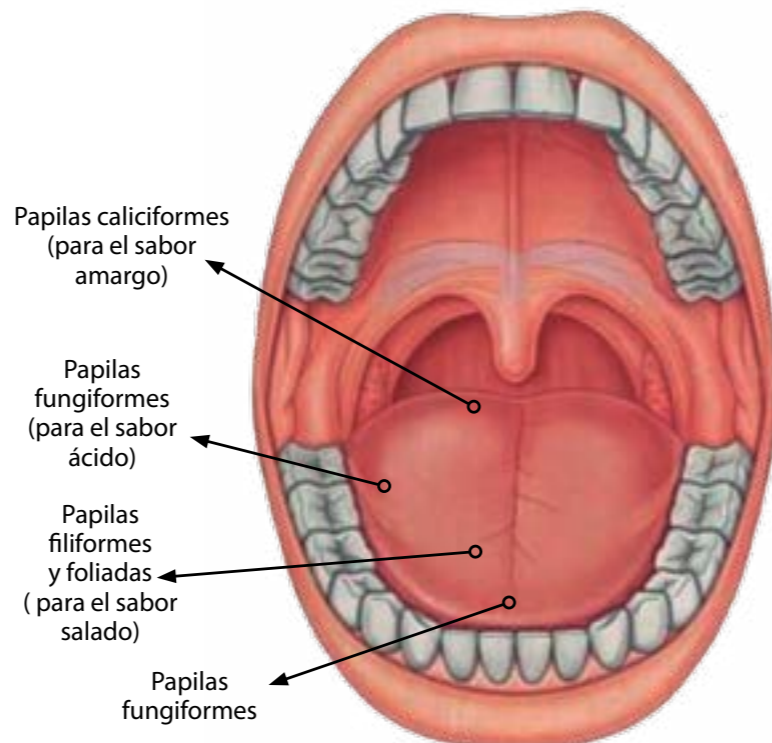


Figura 2.2. Distribución de las papilas gustativas caliciformes y fungiformes. Encontramos papilas filiformes y foliadas en toda la lengua.

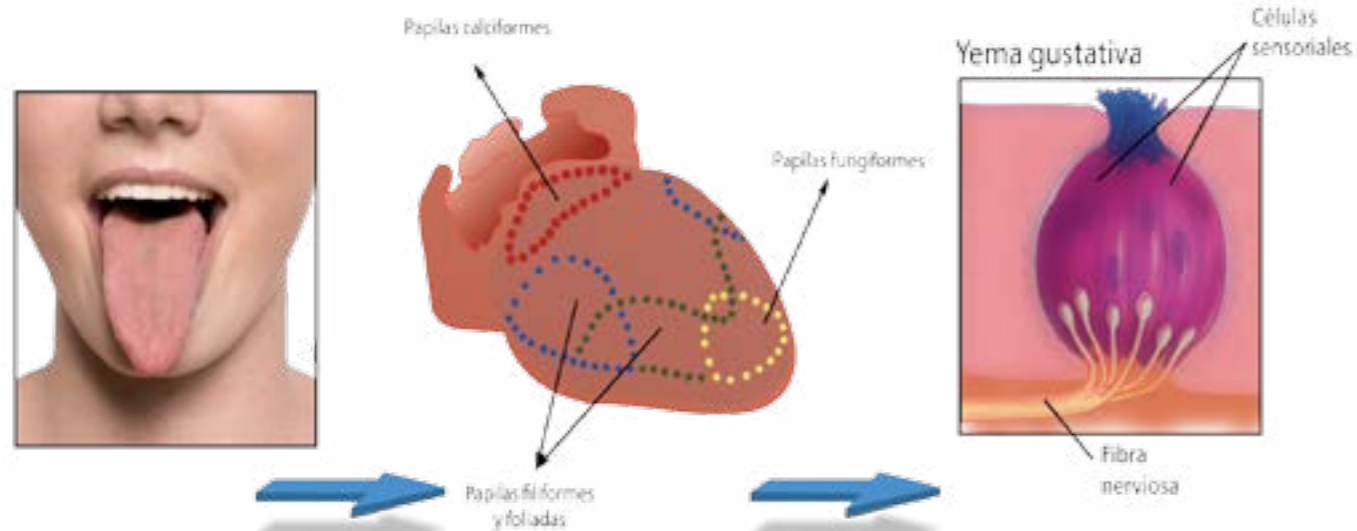


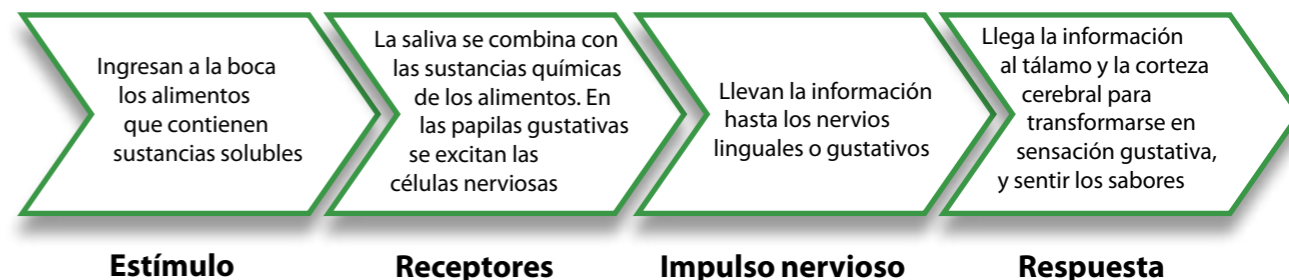
Figura 2.3. Áreas gustativas y botón gustativo.

Existen papilas que reciben estímulos gustativos, como las papilas caliciformes y las fungiformes. Las **caliciformes** tienen ese nombre por su forma similar a un cáliz o copa, se ubican en la parte posterior de la lengua y se disponen en forma de V perciben principalmente el sabor amargo. Las **papilas fungiformes** que tienen forma parecida a un hongo se encuentran en la punta y las partes laterales de la lengua, son muy sensibles a los sabores ácidos, dulces y salados. Otras papilas gustativas reciben estímulos táctiles y térmicos, como las papilas filiformes y foliadas. Estas últimas, denominadas así por su forma puntiaguda, se distribuyen en toda la lengua.

Las papilas gustativas responden mayormente a un tipo de sabor, pero eso no significa que tengan sensibilidad para un solo tipo de estímulo químico. Es decir, ellas pueden responder a más de un sabor. Para percibir el sabor de las sustancias químicas de los alimentos estas deben ser solubles, de modo que la saliva las disuelva y así los botones gustativos puedan excitarse. El nervio gustativo transmite el impulso nervioso al tálamo y a la corteza cerebral, específicamente en el lóbulo parietal, y la información es transformada en sensaciones gustativas.

El sabor que percibimos no depende únicamente del sentido del gusto, pues el olfato también lo afecta en buena medida. Los olores de los alimentos al ser masticados también se perciben en la cavidad nasal, por las ventanas internas de la nariz. Tanto el gusto como el olfato son primordialmente quimiorreceptores.

Esquema 2.3 Mecanismo de la gustación



El sentido del tacto

El frío, el calor, las texturas, la presión y el dolor se pueden percibir a través de la piel o tegumento. La piel es el órgano más extenso del cuerpo. Está constituida principalmente por dos capas. Una capa delgada y externa que la podemos observar y recubre todo nuestro cuerpo, denominada **epidermis**. Y la capa más interna y más gruesa denominada **dermis**. En ella se encuentran los receptores táctiles o terminaciones nerviosas así como también los vasos sanguíneos.

Además, debajo de la dermis se encuentra una capa de **tejido graso**, que contribuye a mantener la temperatura corporal al aislar el cuerpo del exterior y disminuir el intercambio de energía térmica con este; también protege ante posibles golpes. Esta tercera capa también posee diferentes glándulas como las **sudoríparas** y las **sebáceas**, que contribuyen con el proceso de la excreción. Además el sudor de las glándulas sudoríparas ayuda a enfriar el cuerpo, mientras que las glándulas sebáceas secretan grasa que protege a la piel. Figura 2.5.



Figura 2.4. En muchas actividades cotidianas utilizamos el sentido del tacto.

Para saber más...

La melanina es un pigmento que se produce en células de la piel llamadas melanocitos y que le da color a la piel. Cuanta más melanina se tiene, más oscura es la piel. Este pigmento nos protege de los rayos ultravioleta del Sol. Algunas personas no tienen pigmentación en la piel, los ojos o el cabello, porque su cuerpo no produce melanina, a estas personas se les llama albinos. El término proviene de la palabra latina *albus* que significa blanco.

El sentido del tacto se percibe por diferentes receptores especializados y terminaciones nerviosas libres, que permiten:

- Sentir texturas y formas, entre ellos tenemos los corpúsculos de Meissner y Merkel que actúan como mecanorreceptores.
- Captar las sensaciones de peso y presión de los objetos del ambiente, con los corpúsculos de Paccini los cuales son mecanorreceptores.

- Sentir variaciones de temperaturas, superiores e inferiores a la temperatura corporal, con los corpúsculos de Krause y Ruffini que actúan como termorreceptores.
- Percibir las sensaciones del dolor, con las terminaciones nerviosas libres, las cuales son muy importantes porque permiten detectar si en el cuerpo ocurren lesiones y así actuar oportunamente.

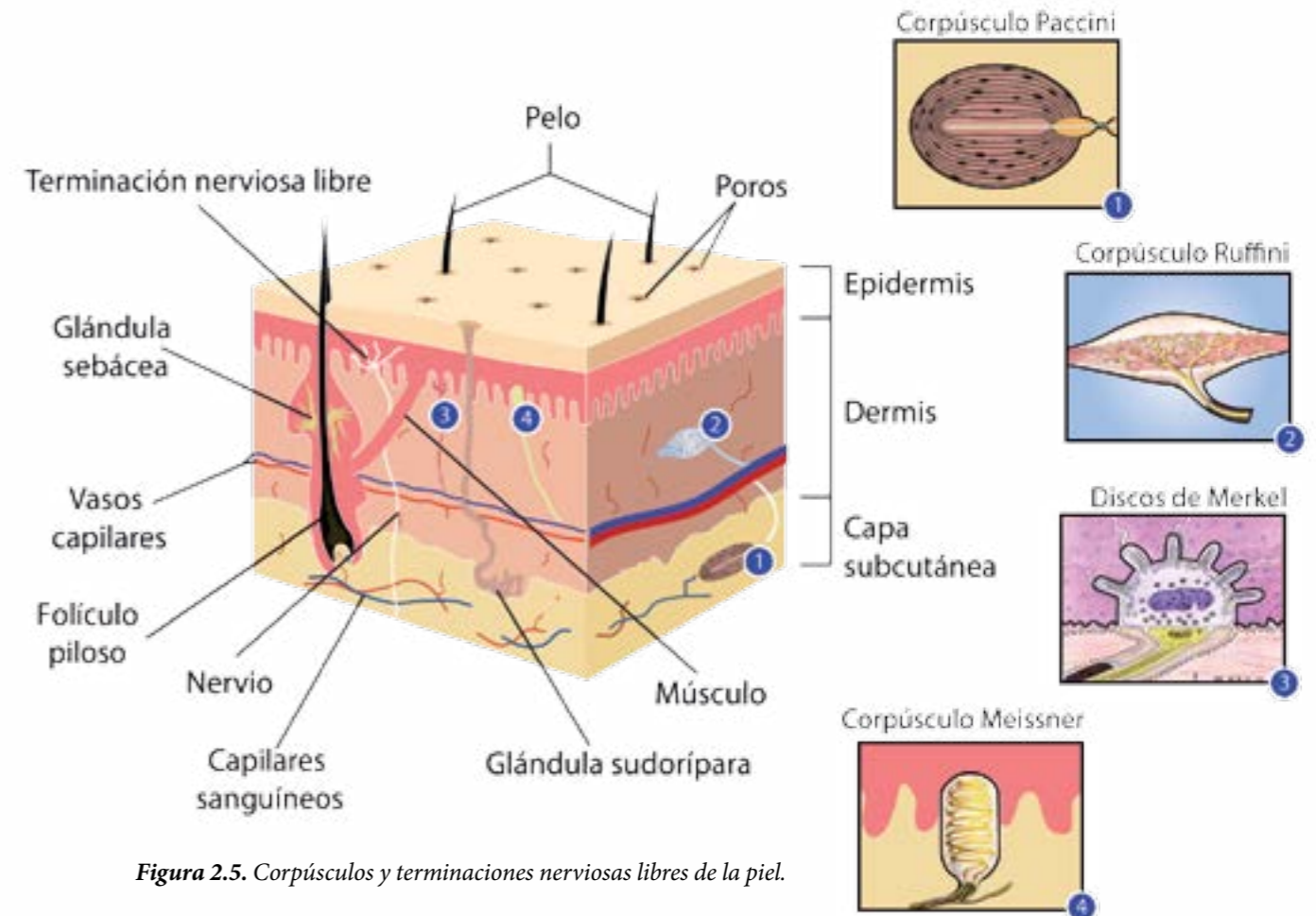
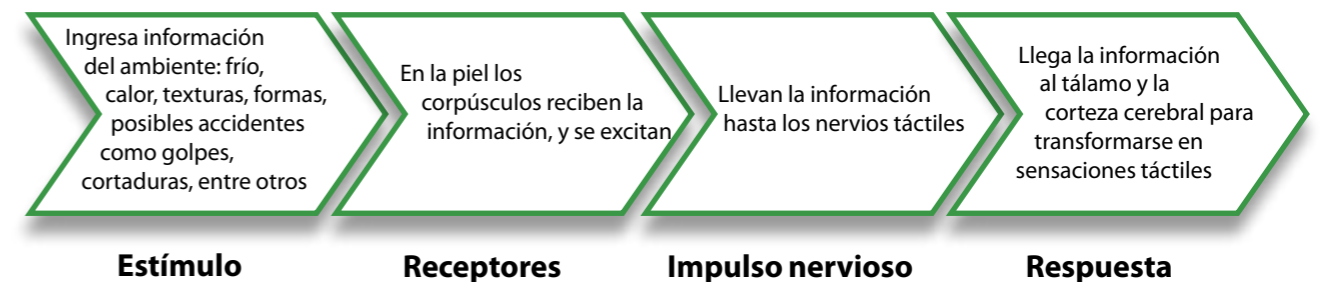


Figura 2.5. Corpúsculos y terminaciones nerviosas libres de la piel.

Los estímulos percibidos por los corpúsculos son captados por las células nerviosas que transmiten el impulso nervioso hasta los nervios, luego pasan al tálamo y después al área sensorial de la corteza cerebral para tener como respuesta las sensaciones táctiles.

Esquema 2.4 Mecanismo del sentido del tacto





1. El olfato y el gusto

En la siguiente actividad vamos a observar la percepción de los quimiorreceptores.

¿Qué necesitas?

- Agua.
- Frutas.
- Chocolate.
- Canela, clavo dulce u otra especie.
- Café.
- Otros.

¿Cómo lo harás?

- Pídele a uno de tus compañeros o compañeras que cierre los ojos, para que huela los diferentes materiales que llevaron, y trate de identificar cada uno de ellos.
- Anota cada uno de los resultados.
- Ahora, pídele que coma un trozo de fruta, tome agua y luego de unos minutos coma un trozo de chocolate. Va a repetir esta misma actividad, pero se va a tapar la nariz con los dedos mientras se come un trozo de fruta. Seguidamente debe tomar agua y luego de unos minutos pídele que coma un trozo de chocolate tapándose la nariz.

Entrevista al compañero o compañera que participó en la actividad: ¿fue fácil o difícil identificar los olores de los alimentos sin verlos?, ¿por qué reconoció los olores? Cuando probó los alimentos tapándose la nariz, ¿logró sentir los sabores?, ¿el sabor depende únicamente de la percepción del gusto?, con esta información compara los resultados entre olores y sabores de los mismos materiales, y señala la importancia de los sentidos involucrados para la percepción de las sustancias químicas.

En equipo discute los resultados de la actividad, y sus opiniones sobre la relación entre el gusto y el olfato como órganos quimiorreceptores.

2. Observación de papilas gustativas

En esta actividad vamos a identificar la morfología de la lengua y las zonas donde se ubican las papilas gustativas

¿Qué necesitamos?

- Lengua de res.
- Papel absorbente.
- Bolsa plástica.
- Guantes plásticos.
- Jabón.
- Bandeja.
- Equipo de disección.
- Paleta de madera.
- Lupa.

¿Cómo lo haremos?

- Utiliza los guantes, las agujas y equipo de disección para manipular el material biológico en tu mesa de trabajo. Puedes utilizar la lupa para examinar y comparar sus estructuras (papilas gustativas).
- Describe y comenta con tus compañeras y compañeros las características de la lengua de res, en cuanto a su forma, textura, color, consistencia.
- Con ayuda de la lupa compara las papilas gustativas de la lengua de res con tus papilas gustativas.
- Realiza un corte transversal de la lengua de res para que observes el tejido muscular.
- Limpia tu mesa de trabajo, lava tus manos y guarda el material e instrumentos de laboratorio.
- Conversa con tus compañeras y compañeros sobre la función de las papilas gustativas. Realiza tus registros con dibujos y descripciones de lo que observaste, y responde cuál es la importancia de cada una de las estructuras para la percepción de los sabores, y cómo el tipo de tejido facilita el movimiento en la masticación de los alimentos. Recuerda el tema de los músculos.

3. Percibimos texturas

Para realizar esta actividad necesitamos una caja de cartón con tapa, como la que se usa para los zapatos, y diferentes objetos como algodón, lima, borra, un trozo de madera, otros. Luego, en equipo organiza los materiales, colocando sólo uno y solicitándole a una compañera o compañero que adivine la textura, y lo diga en voz alta, ¿Reconoció las texturas? Comenta en tu equipo sobre las funciones del tacto y cómo percibimos las texturas sin ver, y diferenciamos objetos.

4. La melanina en la piel

¿Qué necesitamos?

- Reloj.
- Anillo.
- Curitas.

¿Cómo lo haremos?

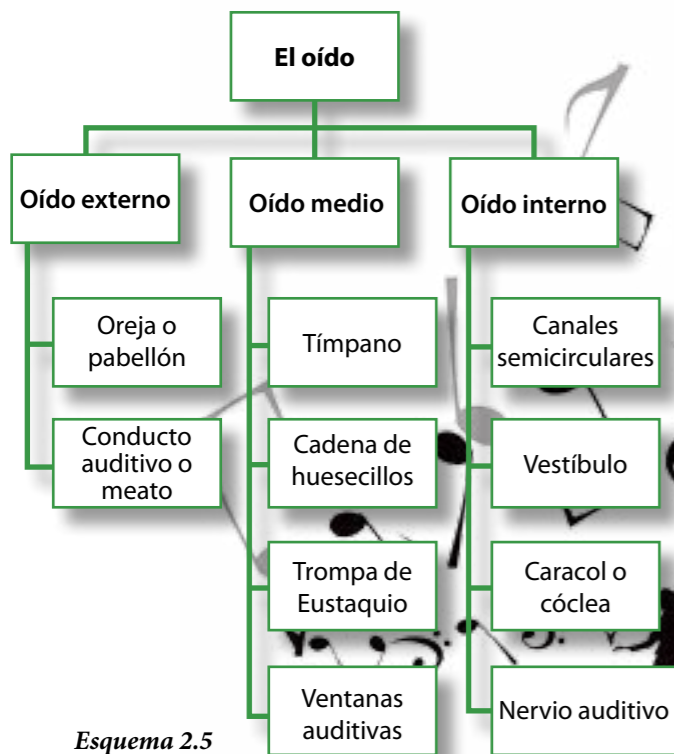
Usa durante siete días consecutivos un reloj de pulsera, un anillo o colócate en el antebrazo una curita. Al retirarlo puedes observar cómo se encuentra tu piel. ¿Ocurrió algún cambio? ¿A qué puede deberse esta situación? Conversa con tus compañeras y compañeros sobre los resultados obtenidos y socializa en el grupo. ¿Qué pasaría si la curita se coloca en una zona interna, no expuesta a la luz solar?, ¿cómo la radiación solar puede afectar nuestra piel?, ¿conoces algunas medidas para protegernos de la incidencia de la radiación solar, en especial de los invisibles y poderosos rayos ultravioleta (UV)?

El sentido de la audición y el equilibrio

¿Has colocado alguna vez tus manos sobre las cornetas de un equipo de sonido? Las vibraciones que percibes son las ondas sonoras que se propagan en el ambiente. El sonido se propaga más rápido en los sólidos y los líquidos porque las moléculas que componen a estos materiales están mucho más cercanas entre sí que las de los gases como el aire. El oído humano posee el sentido de la audición, el cual para captar las ondas sonoras y percibir el estímulo consta de varias estructuras, constituidas por gran diversidad de tejidos y composición, las hay líquidas, sólidas e incluso con espacios llenos de aire, para facilitar el viaje del sonido en su interior.

Por otra parte, internamente en lo profundo del oído existen estructuras que permiten informar al cerebro sobre los movimientos de la cabeza, y así nos ayudan a mantener el equilibrio del cuerpo.

En el siguiente esquema, puedes apreciar las estructuras del oído como órgano fonorreceptor capaz de percibir el sonido y como órgano mecanorreceptor por la percepción del equilibrio, el oído tiene así dos sentidos:



Esquema 2.5

Para que ocurra la audición las ondas sonoras ingresan por la oreja o pabellón del **oído externo** el cual actúa como un embudo para llevarlas al conducto auditivo, las ondas siguen viaje por esta especie de túnel hasta llegar al oído medio. Al final del conducto auditivo las ondas sonoras chocan con una membrana denominada tímpano y la hacen vibrar, lo que permite continuar transmitiendo el sonido.

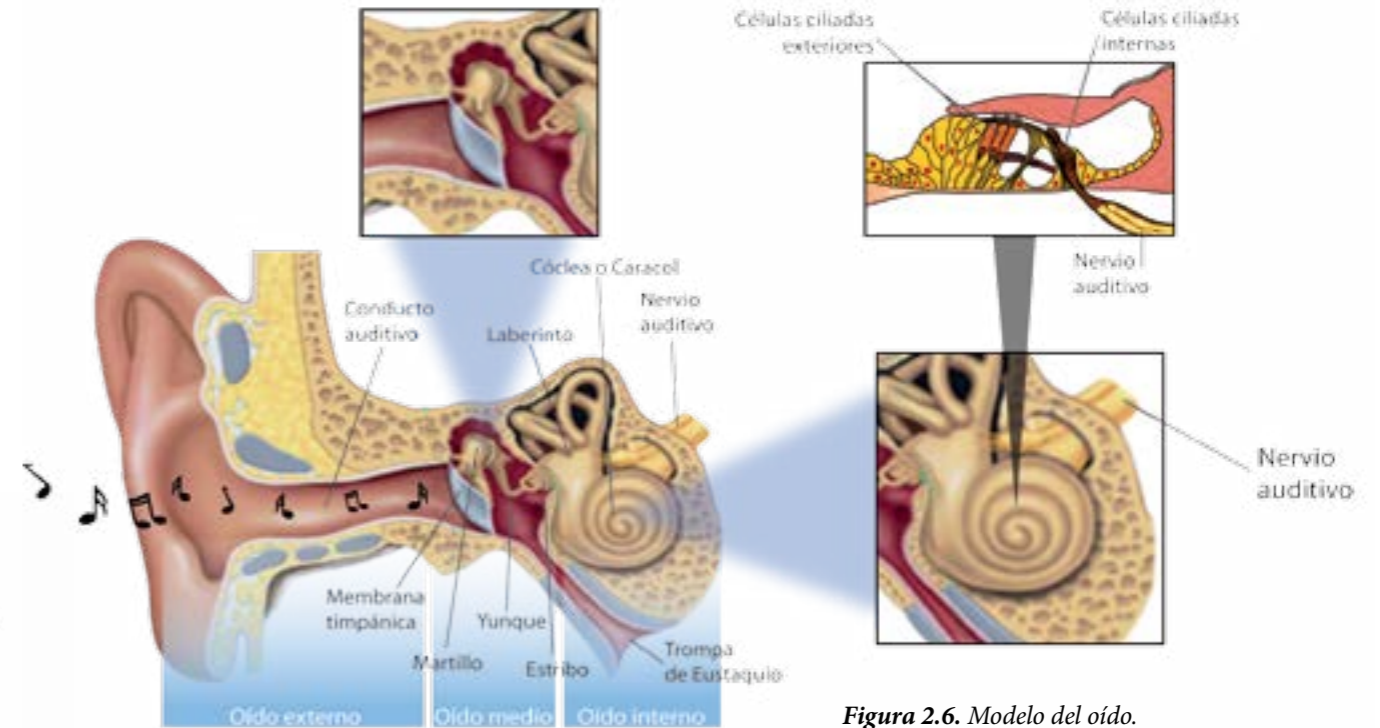


Figura 2.6. Modelo del oído.

El **oído medio** contiene los tres huesos más pequeños del cuerpo humano, están articulados uno tras otro, como si constituyeran una cadena por lo que se denominan cadena de huesecillos. Reciben el nombre de **martillo**, **yunque** y **estribo** debido a su forma respectiva; a través de ellos se transmiten los movimientos vibratorios generados en el tímpano. El martillo está en contacto con el tímpano y el estribo con otra membrana denominada **ventana oval**, también existe otra membrana llamada **ventana redonda**. Ambas ventanas auditivas reciben su nombre por su forma y comunican el oído medio con el oído interno.

En el **oído medio** también se encuentra un tubo angosto llamado **trompa de Eustaquio**, que tiene la función principal de equilibrar las presiones a cada lado de la membrana del tímpano. En uno de los extremos de la trompa existe una válvula que normalmente está cerrada, sólo se abre durante la deglución y el bostezo, y durante cambios de altitudes. La puedes sentir si realizas por ejemplo un ascenso brusco en un ascensor o en aviones ¡Sin la trompa de Eustaquio cualquier variación en la presión atmosférica provocaría desviaciones en la membrana del tímpano que serían muy dolorosas!

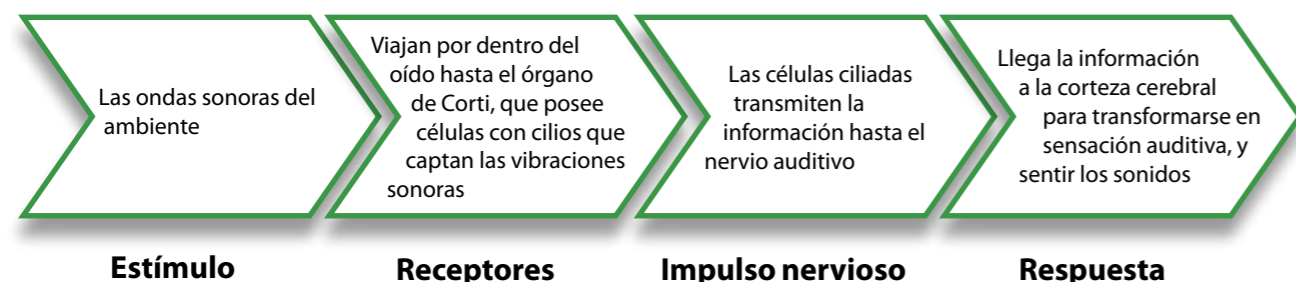
El **oído interno** o laberinto, llamado así por su complicado conjunto de canales y cavidades en forma de espiral. Se identifican tres regiones: la posterior formada por los canales semicirculares, la intermedia o vestíbulo y la coclear o caracol. Este último contiene un líquido llamado endolinfa y el órgano de Corti, las células nerviosas reciben las vibraciones y las transforman en impulsos nerviosos que pasan hasta el nervio auditivo. (Esquema 2.6)

Para saber más...

El médico anatomista italiano Bartolomé Eustachio (1510-1574) publicó sus investigaciones sobre el conducto que une y comunica el oído medio con la parte posterior de la cavidad bucal. Este canal recibe el nombre de trompa de Eustaquio en su honor.

También el sentido del oído de forma coordinada con la visión facilita el equilibrio, este proceso complejo es de dos tipos, el **equilibrio estático** y el **equilibrio dinámico**. El primero nos permite tener una referencia de la ubicación de la cabeza con respecto al suelo, cuando giramos la cabeza por mucho tiempo y luego nos detenemos, sentimos que aún estamos girando, esto ocurre debido a una sustancia gelatinosa en el interior del laberinto que se sigue moviendo.

Esquema 2.6 Mecanismo de la audición



Mientras que el equilibrio dinámico se relaciona con los movimientos bruscos y súbitos; los canales semicirculares están llenos de una sustancia denominada perilinfa, la cual al moverse estimula unas células (sensores), que notifican el movimiento al cerebro, el cual combina estos mensajes con los percibidos por el ojo y los músculos para mantener el equilibrio.

El sentido de la vista

Si es de noche, y apagas todos los bombillos en tu casa y no tienes ninguna fuente de luz cercana, ¿puedes ver los objetos a tu alrededor? Para ver, necesitas que el sentido de la vista transforme el estímulo de la luz en una señal nerviosa para tus ojos.

En casi todos los seres vivos hay células sensibles al estímulo luminoso, y en la mayoría de los animales las células sensibles a la luz se agrupan en regiones específicas. Algunos organismos unicelulares presentan manchas oculares, otros como los gusanos planos poseen pigmentos sensibles a la luz, ambos casos constituyen un eslabón en la evolución de los fotorreceptores hasta la aparición del ojo verdadero, con la presencia del cristalino, que permite la formación de la imagen.

Existen en la naturaleza ojos altamente desarrollados: ojos múltiples en forma de mosaico, como en el caso de muchos artrópodos, por ejemplo insectos o cangrejos. Y ojos en forma de cámara, que los poseen los cefalópodos como los calamares y los vertebrados como el ser humano.

El ojo del ser humano es un órgano complejo, que está formado por un conjunto de estructuras externas y glándulas que lo protegen, como las pestañas, los párpados y las glándulas lagrimales. Posee también varias membranas, sustancias y estructuras internas donde se recibe el estímulo luminoso; y un conjunto de músculos que permiten su movilidad, con los que puedes mirar a tu izquierda, derecha, arriba o abajo.

Para saber más...

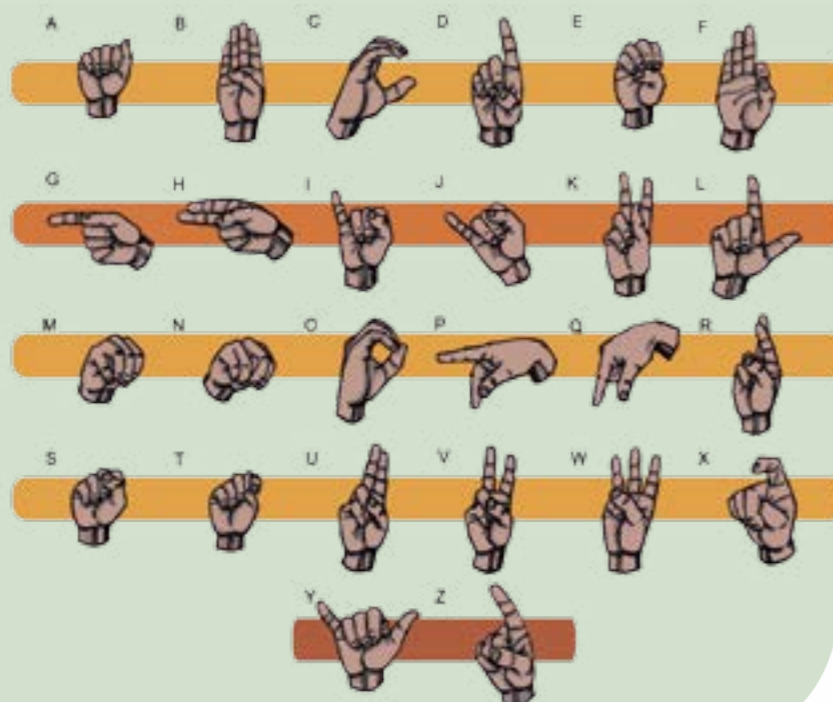
Los ojos múltiples son sensibles a longitudes de onda de luz desde el rojo hasta el ultravioleta. Por ello, un insecto puede ver bien en ultravioleta y su mundo de color es muy diferente al de los humanos. Además, cada ojo aporta una pequeña información para formar la imagen completa.



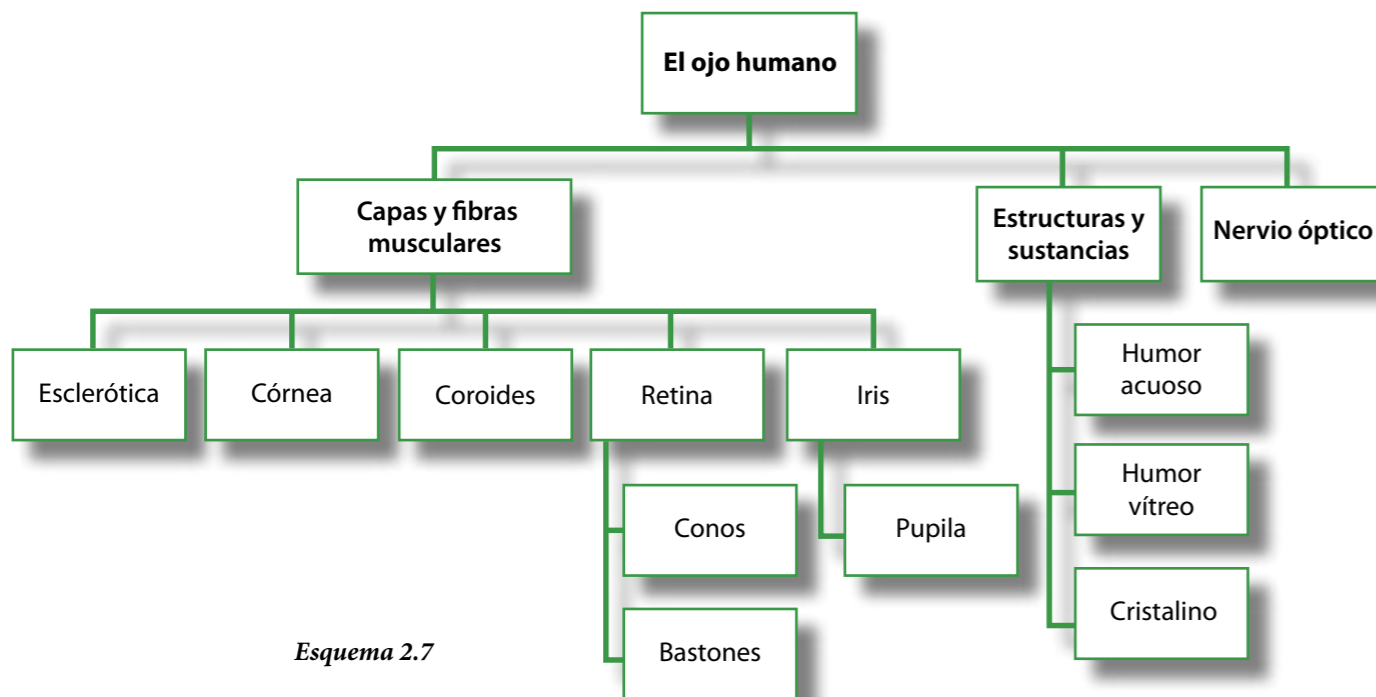
Figura 2.7. Este tejedor artesanal utiliza varios sentidos para su labor, muy especialmente el de la vista.



1. El lenguaje de señas o de signos es una expresión gestual que se percibe a través de la vista, y en algunos casos de manera táctil, para las personas con discapacidad auditiva o visual. Gracias a este lenguaje las personas que no pueden escuchar se comunican y expresan estructuras gramaticales. Reúnete en grupo con tus compañeras y compañeros para decir su nombre con el lenguaje de señas.



Para conocer cómo se logra la señal nerviosa en este fotorreceptor, es necesario distinguir las funciones de cada membrana en la estructura del globo ocular. Te has preguntado ¿cómo es la estructura interna del ojo?, ¿qué funciones realiza cada una de sus partes? En el siguiente esquema se muestran las diversas estructuras internas del globo ocular:



El ojo posee una capa fibrosa de color blanco que se denomina **esclerótica**, su función principal es proteger el globo ocular, es curvada y opaca, además presenta cierta rigidez para mantener la forma del globo ocular. En su parte posterior presenta un orificio que permite el paso del **nervio óptico**. Y en la parte anterior, la esclerótica se transforma en una capa más delgada y transparente que la luz puede atravesar, llamada **córnea**. La córnea es la principal estructura que refracta la luz y la enfoca en la retina.

La córnea protege el **iris**, que está formado por un anillo de fibras musculares que regulan la cantidad de luz que ingresa al ojo por la **pupila**, abertura que se ubica en la parte central del iris. Además, el iris contiene pigmentos que le confieren color, entre ellos: azul, verde o pardo. Entonces ahora puedes preguntarte de qué color es tu iris y no tu ojo, porque este es todo el órgano visual. Recuerda: el color está presente en el iris.

Detrás del iris, está adaptado un lente elástico denominado **crystalino**, el cual se suma a la acción de la córnea, concentrando los rayos que entran en el ojo y enfocándolos en la **retina**. En la retina, se forman las imágenes y se transmite el impulso nervioso hacia el cerebro. ¿Cómo la retina transmite el impulso nervioso? Esta presenta células nerviosas especializadas, en diferentes subcapas.

La capa exterior de la retina contiene las neuronas fotorreceptoras: los **conos**, que se estimulan con la luz y permiten distinguir los colores y los **bastones**, que permiten discriminar la intensidad, las formas y los movimientos. La capa media posee neuronas bipolares, que captan los impulsos nerviosos de las células fotorreceptoras y las envían a las capas más internas que forman el **nervio óptico**. Las fibras del nervio óptico se cruzan en una región del encéfalo y forman el **quiasma óptico**, después de allí las fibras se denominan tractos ópticos, los cuales continúan hasta el tálamo y la corteza cerebral, en el área visual del lóbulo occipital. La información enviada desde cada ojo a la corteza visual de ambos hemisferios se integra para percibir la imagen de la realidad.

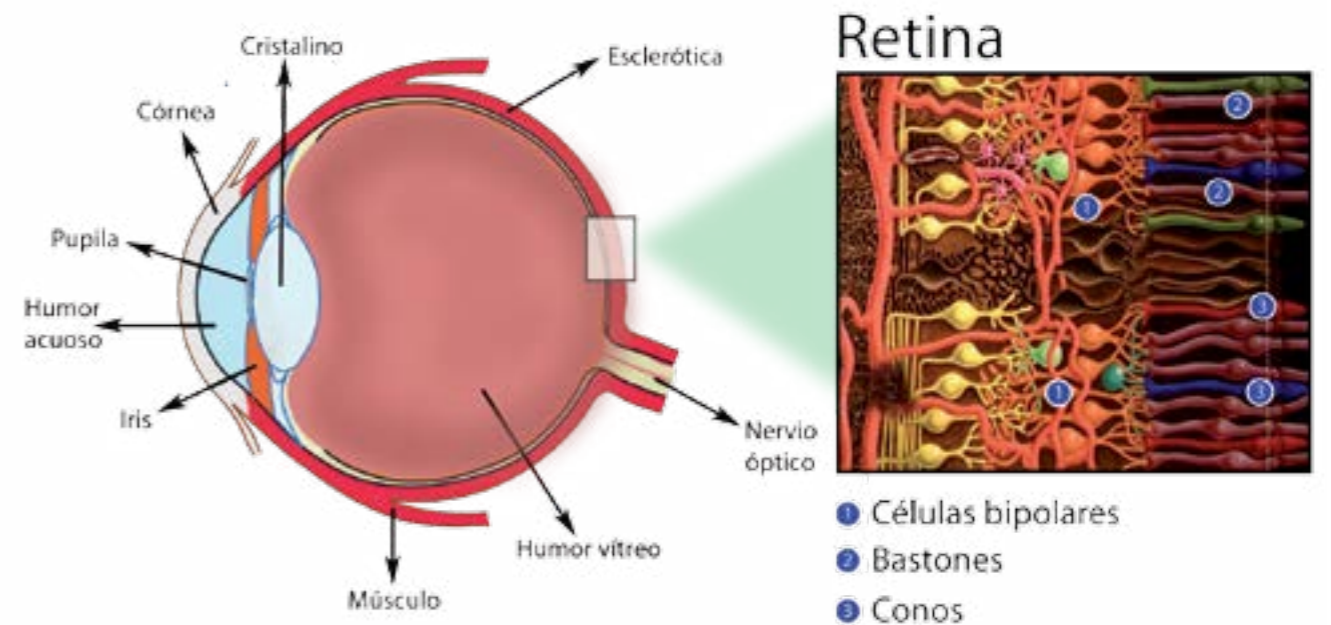


Figura 2.8. Modelo de las estructuras del ojo y células de la retina.

Para la **formación de las imágenes**, es importante la curvatura de la córnea y del cristalino, también los líquidos en el interior del ojo favorecen las propiedades de refracción. Porque la luz dentro del ojo se refracta, es decir, sus rayos cambian de dirección enfocándose en la retina, como se muestra en la figura 2.8. La luz atraviesa las capas del ojo hasta llegar a la más interna, **la retina**. Aquí se inicia la visión gracias a un proceso complejo y maravilloso de la naturaleza, que involucra eventos físicos y químicos producidos por células especiales que transforman el estímulo luminoso en un fenómeno electroquímico para ser llevado al cerebro. Tenemos varias vías de información que deben transformarse en una sola para percibir la imagen, en el ojo se evidencian varios procesos ante la recepción del estímulo, entre ellos:

- El ingreso de la información visual se inicia cuando la luz entra por el orificio de la pupila. Los rayos luminosos paralelos del ambiente atraviesan todas las membranas del ojo hasta llegar a la más interna que es la retina, allí son enfocadas las imágenes. Si hay mucha luz en el ambiente, los músculos del iris contraen la pupila. Si por el contrario hay poca luz, la pupila se dilata.
- Actúa la química de la visión en los **conos** y **bastones**, que poseen pigmentos visuales constituidos por proteínas, diferentes combinaciones de vitamina A y moléculas cromatóforas denominadas **retinal** que son capaces de estimularse ante la presencia de la luz.

- Las proteínas sensibles a la luz cambian el potencial eléctrico de la membrana de la célula nerviosa, y es así como el estímulo de la luz se transmite en impulso nervioso. La energía lumínica es transformada en eléctrica.
- La luz debe atravesar cuatro zonas: la córnea, el humor acuoso, el cristalino y el humor vítreo antes de llegar a la retina. El cristalino tiene forma biconvexa, y la luz al atravesar por él experimenta cambios en su dirección. Observa la formación de la imagen en un lente biconvexo, este ejemplo es similar al comportamiento de la luz en el cristalino.

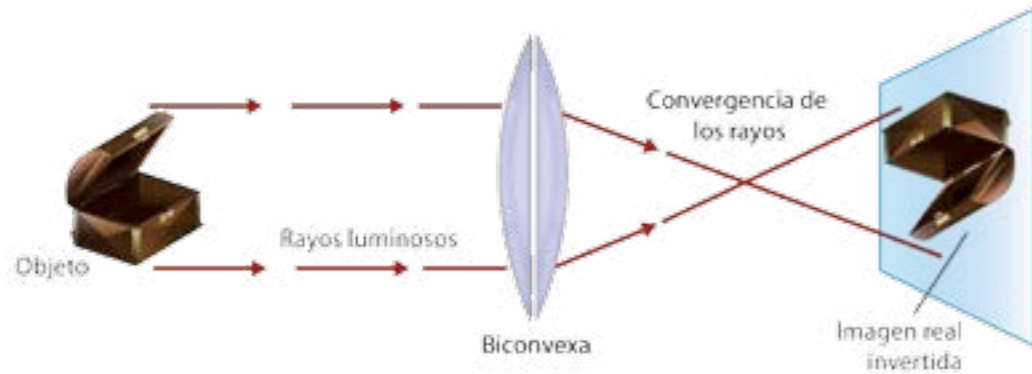


Figura 2.9. Formación de la imagen con un lente biconvexo.

- Cuando las imágenes están lejos el cristalino puede acomodar su curvatura gracias a la acción del músculo ciliar, éste se puede relajar o contraer para enfocar los objetos.

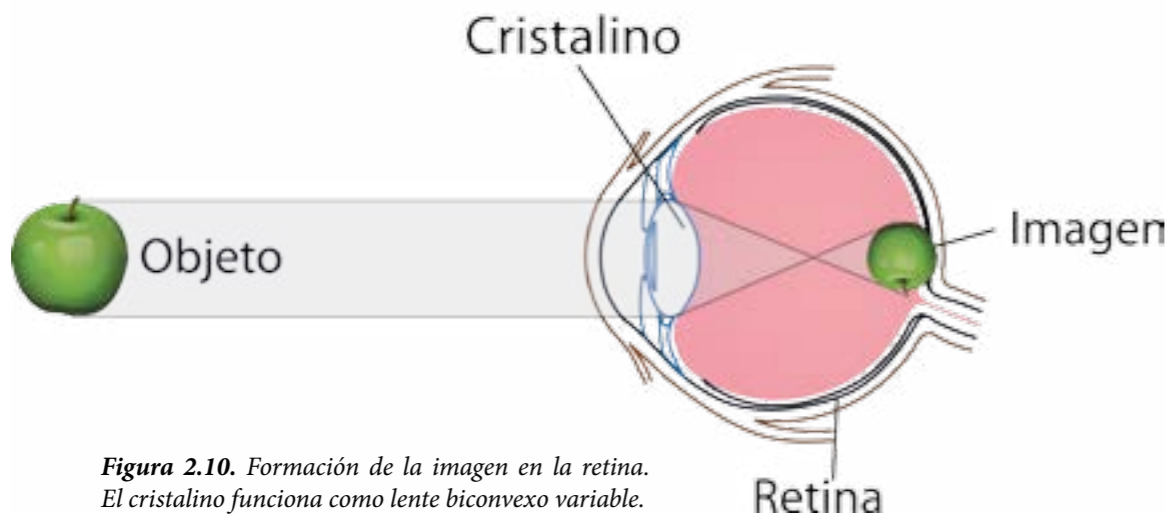


Figura 2.10. Formación de la imagen en la retina. El cristalino funciona como lente biconvexo variable.

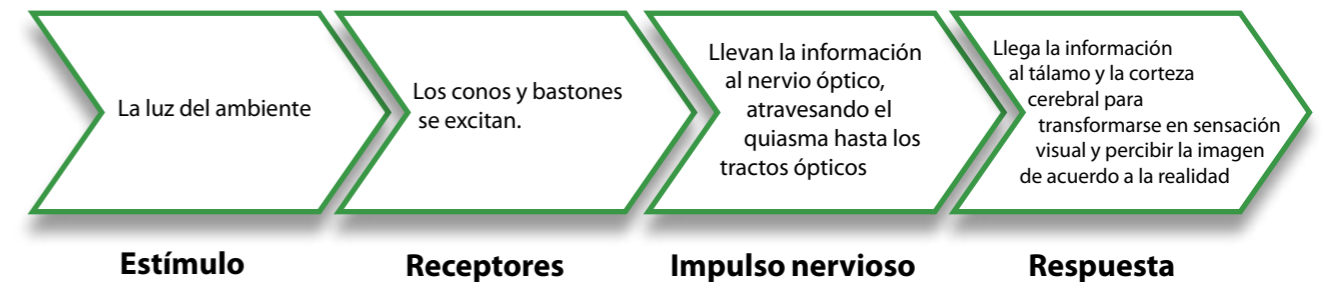
- Como puedes apreciar, la imagen en la retina está invertida debido a que el cristalino es un lente biconvexo, sin embargo, no vemos las cosas al revés, y esto ocurre porque la imagen formada en la retina no es la que vemos en realidad. La información luminosa al transformarse en impulso nervioso por los fotorreceptores (conos y bastones) es conducida por el nervio óptico hasta el tálamo y luego a la corteza visual del cerebro, donde realmente ocurre la sensación e interpretación visual.

- También es muy importante que al enfocar un objeto ambos ojos estén coordinados para producir la visión binocular. Participan en esta acción los músculos externos del ojo, los cuales puedes identificar en la siguiente imagen.



Figura 2.11 Músculos del ojo.

Esquema 2.8 Mecanismo de la visión



Para saber más...

Existen algunos defectos de la visión que pueden corregirse con lentes especiales y con cirugía. Entre ellos, tenemos:

- **Miopía:** el globo ocular es demasiado largo, la imagen se enfoca delante de la retina. Para su corrección se utilizan lentes cóncavas.
- **Hipermetropía:** la imagen se enfoca detrás de la retina porque el globo ocular es demasiado corto. Para su corrección se utilizan lentes convexas.
- **Astigmatismo:** la córnea está curvada irregularmente según diferentes planos. Para su corrección los lentes deben ser cortados de modo que compensen las curvaturas desiguales de la córnea.



1. Ventanas al mundo

Ubicamos y describimos las estructuras que permiten el sentido de la visión. En esta actividad vamos a trabajar en equipo y es necesaria la ayuda del profesor o profesora.

¿Qué necesitas?

- Un ojo de res o de cerdo.
- Bolsas plásticas.
- Bandeja.
- Equipo de disección: tijeras de disección, bisturí o exacto.
- Lupa.
- Guantes.
- Jabón.
- Bandeja.

¿Cómo lo harás?

Coloca el ojo de ganado sobre la bandeja, observa el tamaño, textura, forma y color que presenta. Identifica las estructuras y músculos externos, ¿cuántos músculos puedes contar?

Luego, con ayuda de tu profesor o profesora, realizarás diferentes cortes para describir cada una de las estructuras: un corte alrededor de la córnea, extráela para observarla y describirla. Luego observa e identifica las características del líquido que se encuentra en la cavidad anterior. Remueve con cuidado el humor acuoso. Después remueve el iris con cuidado, y luego el cristalino. Observa el líquido que se encuentra en la cavidad posterior. Finalmente remueve un fragmento de la retina y observa su color y textura.

Conversa con tus compañeros sobre la función y las estructuras del ojo, y después registra en tu cuaderno tus observaciones. Finalmente, dibuja el ojo y señala cada una de sus partes. Recuerda lavar muy bien tus manos y limpiar tu área de trabajo.

2. ¡Probamos la percepción de nuestra visión!

Vamos a identificar el punto ciego de nuestra visión. Este lugar queda en la región posterior del ojo, no posee ni conos ni bastones que son células receptoras de la luz. Se llama punto ciego porque las imágenes proyectadas ahí no se perciben, y ello se debe a que por allí sale el nervio óptico del ojo hacia el cerebro.

¿Qué necesitamos?

- Cartulina negra de 2 cm x 9 cm.
- Corrector de tinta blanca y punta fina.
- Paleta de madera.

¿Cómo lo haremos?

Se recorta la cartulina con las medidas de 2 cm x 9 cm y en cada extremo se dibuja con el corrector una figura. En el extremo izquierdo una cruz de 0,5 cm y en el extremo derecho un círculo con un diámetro de 0,5 cm. Quedará similar a la siguiente figura:



Luego, se pega la paleta de madera en la parte de atrás para manipular la cartulina.

¿Qué observaremos?

Vamos a utilizar la cartulina con el modelo construido, cerramos el ojo izquierdo y enfocamos el ojo derecho sobre la cruz, a una distancia de aproximadamente 15 cm del ojo. Luego se va aumentando poco a poco la distancia entre la cartulina y el ojo, hasta que el círculo desaparece; en esa posición la imagen del círculo se estará proyectando en el punto ciego y no se percibirá.

3. El equilibrio

Vamos a probar el equilibrio, cierra los ojos e intenta mantener el equilibrio con una pierna, ¿lo lograste? Comenta con tus compañeras y compañeros si te resultó fácil o difícil mantener el equilibrio. ¿El sentido de la vista te ayuda a mantener el equilibrio?, ¿qué papel juega la vista en el equilibrio?, ¿qué parte del oído está participando para mantener el equilibrio?

4. Percibimos el sonido, el silencio y el ruido

Para esta actividad podemos utilizar un instrumento musical (cuatro, guitarra, flauta, maracas), un silbato, una corneta, un equipo de sonido, otros. Con los instrumentos y objetos vamos a distinguir cuáles sonidos te resultaron agradables, armónicos, o desagradables. ¿Cuáles clasificarías como sonido o como ruidos y por qué?, con esta experiencia y otras que has vivido, ¿puedes decir algunas características del sonido, el silencio y el ruido? Registra en tu cuaderno tus comentarios y describe cómo percibimos el sonido. Luego, comparte con tus compañeras y compañeros tus opiniones.



Fuente: http://www.venezuelasinfonica.com/wp-content/uploads/2012/04/IMG_1686.jpg

Cuidando nuestra salud

Nuestro cuerpo posee varios órganos sensoriales que nos permiten procesar la información del ambiente. Todos los sentidos son importantes, sin embargo sus capacidades no se mantienen igual a lo largo de la vida, se pueden perder con la edad, por efectos de algunas enfermedades desde la concepción (congénitas), la gestación o posteriores al nacimiento, o por no cuidarlos protegerlos adecuadamente. Debemos cuidar responsablemente nuestros órganos sensoriales.

En el caso de la piel, se elimina sudor por sus glándulas sudoríparas y sebo por las glándulas sebáceas. En estos residuos se pueden alojar microorganismos, partículas de polvo y productos del entorno como humo y productos químicos. Por ello, es necesario el baño y la limpieza con agua y jabón para evitar infecciones.

En los últimos años, la capa de ozono de la atmósfera se está deteriorando y disminuye su función de filtro de los rayos ultravioleta (UVA) por lo que es muy importante reducir el tiempo de exposición al sol y evitar las horas de máxima radiación. Los potentes rayos UVA pueden producir quemaduras y en casos más graves cáncer de la piel.

Los ojos también pueden verse afectados ante la exposición excesiva a la radiación solar, por lo que es importante protegerlos con lentes que no permitan el paso de los rayos ultravioleta (UVA). Otras actividades que podemos realizar para cuidarlos es ver la televisión y utilizar la computadora desde una distancia adecuada, no exponerlos a vapores, humos y polvos, y al leer y escribir realizarlo en lugares bien iluminados.

Para el cuidado de nuestros oídos es necesario evitar el ruido excesivo y no introducir objetos extraños por el conducto auditivo externo. La limpieza de las orejas se debe realizar sin llegar al tímpano.

Con los quimiorreceptores, los cuidados que debemos procurar consisten en no meterse en la nariz ni la boca objetos sucios o los dedos, porque pueden irritar o infectar los órganos internos como la lengua, las encías, y las mucosas de la nariz, afectando no sólo el sentido del gusto y la olfacción sino la función general de la boca en el proceso digestivo y la nariz en el proceso de la respiración.

Las sustancias con olores fuertes, especialmente de origen químico sintético, pueden dañar el sentido del olfato, por eso no se debe oler directamente el contenido de los frascos sino que se debe percibir a la distancia. Con la lengua, tener cuidado con la temperatura de los alimentos que llevamos a la boca, pues una quemadura por frío o por calor, además de dolorosa, puede dejar las papilas gustativas irritadas.

Al aplicar responsablemente los cuidados necesarios en los órganos sensoriales prevenimos enfermedades y procuramos un bienestar físico, mental y social que permite el disfrute de la vida. También es importante acudir al médico para prevenir enfermedades y mantener la salud.



Actividades de autoevaluación

1. En grupo realiza una lista de diferentes estímulos y señala para cada uno de ellos: órganos sensoriales, las células nerviosas receptoras del estímulo, el nombre del nervio que conduce el impulso nervioso y tipo de respuesta que se produce. Puedes elaborar un cuadro así:

Estímulos	Órganos sensoriales	Células nerviosas receptoras	Nervio que conduce el impulso nervioso	Centro Nervioso	Órgano efector/ respuesta que se origina

2. La laberintitis es una enfermedad que puede generar mareos y pérdida de equilibrio. ¿Cuál es el nombre de la estructura que agrupa los canales semicirculares del oído? ¿Cuál es la relación de esta región del oído con la enfermedad? Explica en grupo tu respuesta.

3. Realiza un dibujo sobre los tipos de lentes que permiten corregir los defectos de la visión.

4. El método Braille es un sistema de lectura y escritura táctil que pueden emplear personas con discapacidad visual. Fue diseñado por el francés Louis Braille en el siglo XIX, utilizando un sistema de 6 puntos. La presencia o ausencia de puntos permite codificar letras, números o signos de puntuación, los cuales se registran en relieve. Comenta con tus compañeros y compañeras cuál es la importancia del método Braille.



Alfabeto Braille

3 Funciones de relación, regulación y control



Día a día sabemos cuándo nuestro cuerpo tiene necesidades: si sentimos hambre o sueño, por ejemplo, esa información es llevada por los receptores hasta los efectores por sustancias químicas denominadas hormonas, las cuales actúan para controlar y coordinar gran cantidad de experiencias y actividades durante nuestra vida.

De igual manera, el crecimiento, la reproducción, el estado de ánimo y el metabolismo se encuentran bajo el control de diferentes hormonas, las cuales son producidas por órganos denominados glándulas endocrinas que secretan las hormonas directamente en la sangre y forman nuestro sistema endocrino.

Estas glándulas de secreción interna son muy importantes porque desempeñan un papel fundamental en el mantenimiento de la concentración de glucosa, sodio, potasio, calcio, fosfato y agua, entre otros compuestos químicos, en la sangre y en los líquidos extracelulares, garantizando que se lleven a cabo las funciones de relación y regulación que realiza el cuerpo humano.

Como vimos en la Lectura 1, también el sistema nervioso interviene en el control e integración de las funciones de nuestro organismo y en dar las respuestas adecuadas y oportunas en el ambiente al cual pertenecemos. Efectivamente, tanto el sistema nervioso como el endocrino funcionan de manera coordinada para que el organismo reaccione ante los cambios ambientales internos y externos. Sin embargo, es de notar que las respuestas provocadas por las hormonas son por lo general más lentas, tardan minutos, horas o incluso semanas, en comparación con las respuestas que dependen del sistema nervioso, que tardan milésimas de segundo.

A su vez, el sistema endocrino funciona de manera coordinada con los sistemas óseo, digestivo, respiratorio y reproductor. En esta lectura vamos a describir las funciones de regulación de las principales glándulas endocrinas y su papel en nuestro organismo.

Secreciones glandulares externas, internas y mixtas

De repente una fuerte brisa incorporó una pequeñísima viruta en el ojo de Alejandro. Su hermano Mauricio le dice: tranquilo, parpadea varias veces, con las lágrimas se te quitará y saldrá esa viruta.

Qué buen consejo, es muy cierto, las lágrimas además de mantener lubricados los ojos contienen agentes químicos que combaten los gérmenes y permiten eliminarlos. Son nuestros agentes limpiadores. Se forman en las glándulas lagrimales y las puedes apreciar en mayor cantidad cuando lloras de emoción, de dolor o cuando tienes un agente extraño en los ojos. Normalmente se eliminan desechos metabólicos por conductos que van a parar directamente a la nariz.

Para saber más...

Las hormonas son sustancias químicas extraordinariamente eficaces ya que en pequeñas cantidades producen un marcado efecto en la estructura y función de una parte del cuerpo. Existen diferentes hormonas derivadas de aminoácidos, de ácidos grasos y de proteínas.

El término fue definido por el fisiólogo británico William Bayliss (1860-1924) como una sustancia secretada por células de una parte del cuerpo que pasa a otra parte, donde actúa en muy pequeña concentración regulando la actividad de las células.

Por el contrario, las glándulas de secreción **interna o endocrina** están especializadas en secretar hormonas directamente en la sangre sin atravesar por ningún tipo de conducto, son transportadas por el sistema circulatorio a otras células del organismo. Dentro de las principales glándulas endocrinas de nuestro cuerpo tenemos: la hipófisis o pituitaria, pineal, gónadas, suprarrenales o adrenales, tiroides, paratiroides, timo, y otros órganos y estructuras que cumplen esta función.

Algunas glándulas en nuestro organismo se comportan como exocrinas y endocrinas a la vez, por lo que se denominan **glándulas mixtas**. Un ejemplo de ellas es el páncreas, que posee células que producen jugo pancreático y lo secretan a través de un conducto hasta el duodeno; y también posee células que secretan hormonas como la insulina, el glucagón y la somatostatina las cuales se vierten directamente en la sangre.

Tenemos en nuestro cuerpo un conjunto de glándulas con diversidad de secreciones. Las hormonas generalmente son transportadas por la sangre desde su lugar de producción hasta el lugar donde actúan.

Mensajes químicos en la sangre

La sangre es el medio que transporta diferentes sustancias y células por nuestro cuerpo, y entre ellas las hormonas, las cuales son los mensajeros químicos que llevan información para el normal funcionamiento de todo el organismo. En el sistema endocrino se distinguen las células secretoras (que producen las hormonas), el mecanismo de transporte (como el sistema circulatorio), y las células u órganos blanco o diana (que reciben las hormonas y manifiestan sus efectos).

Cada glándula produce un mensaje químico, es decir, cada hormona es sintetizada y secretada por un tipo de glándula. ¿Conoces alguna glándula endocrina? ¿Conoces el nombre de algunas hormonas producidas por el cuerpo humano? Observa la siguiente imagen, e identifica y reconoce la ubicación de las glándulas endocrinas.

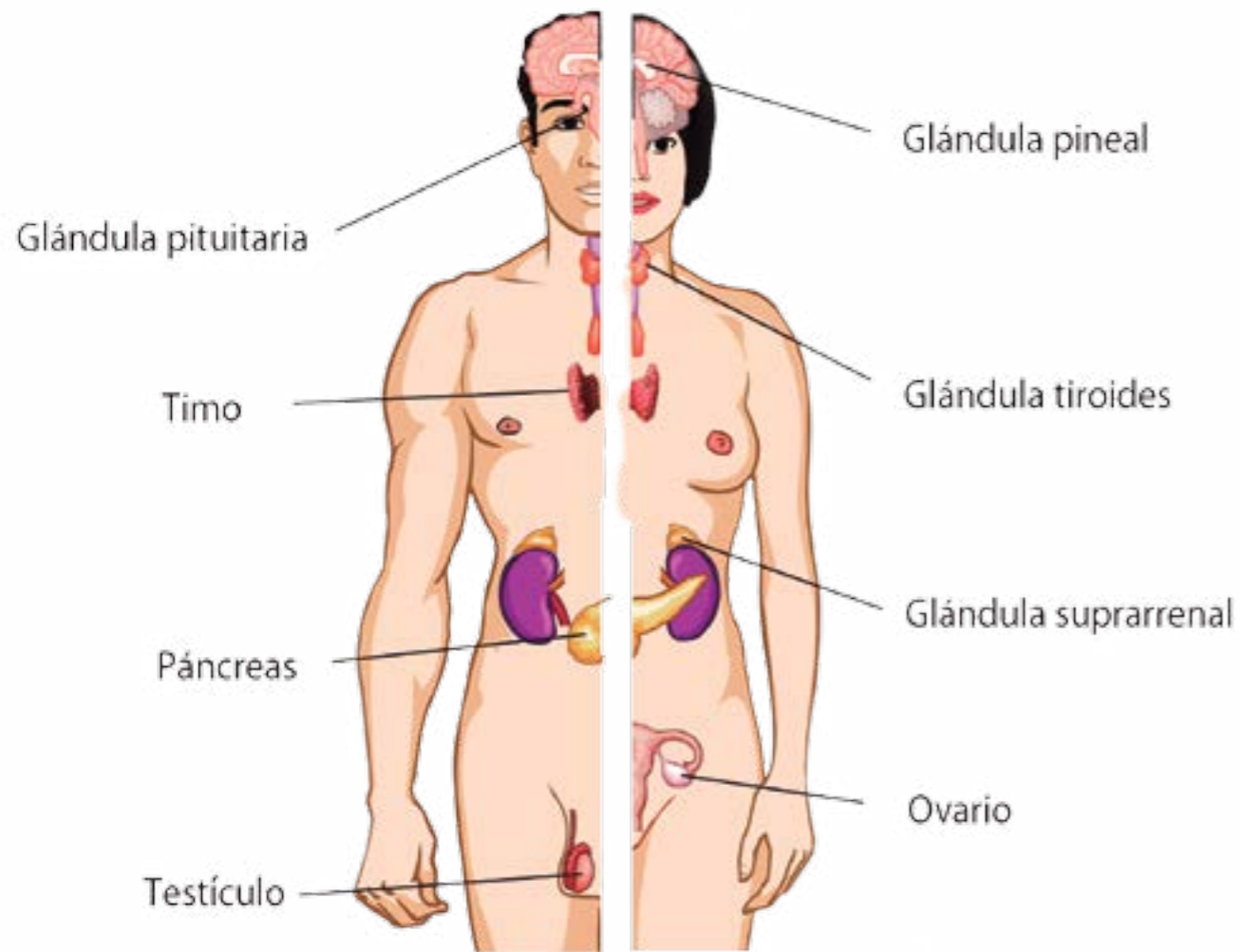
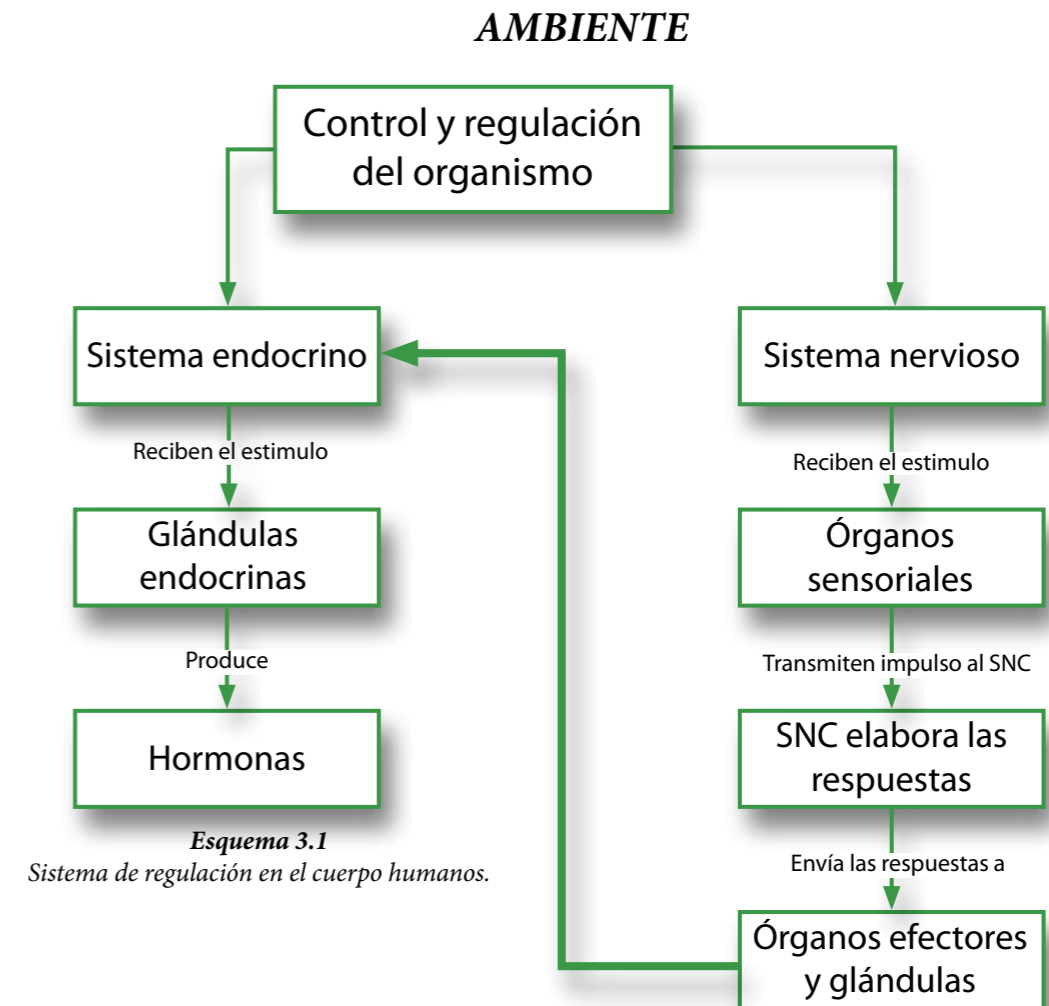


Figura 3.1. Sistema endocrino. Principales glándulas.

Todo el cuerpo humano funciona como un sistema. Lo que requiere que el sistema nervioso y el sistema endocrino funcionen de manera coordinada entre sí y con los otros sistemas de nuestro cuerpo, estos nos permiten controlar y relacionarnos en el ambiente, de forma equilibrada, manteniendo la homeostasis. Observa en el siguiente esquema la vinculación de ambos sistemas.



Lección de Claude Bernard (1889), de León Augustin Lhermitte

Para saber más...

El fisiólogo francés Claude Bernard (1813-1878) realizó diferentes estudios sobre la secreción y metabolismo de algunos órganos que le permitieron concluir que los organismos internamente poseen mecanismos de control, regulación y relación para mantener el equilibrio. Años más tarde, Walter Cannon llamó a este proceso homeostasis.

Glándulas endócrinas y nuestra estabilidad al interactuar con el ambiente

Todas las glándulas endocrinas secretan hormonas que permiten mantener la homeostasis en nuestro cuerpo, y lo logran gracias a cambios fisiológicos en las células. Las principales glándulas endocrinas son la hipófisis o pituitaria, la tiroides, la paratiroides, el páncreas, las suprarrenales, las glándulas sexuales, y el timo. Vamos a describirlas y a destacar su función en el metabolismo.

La glándula de mayor actividad en el sistema endocrino es la hipófisis o pituitaria, se encuentra en una pequeña cavidad en la base del cráneo denominada "silla turca", debajo del hipotálamo. Precisamente el hipotálamo segrega una serie de sustancias químicas llamadas neurohormonas, las cuales viajan directamente por la sangre hasta la hipófisis y otras glándulas endocrinas para regular y controlar al sistema endocrino. El hipotálamo es un órgano del sistema nervioso central que se comporta como una glándula endocrina.

La hipófisis en los adultos mide aproximadamente 1 cm y pesa 0,6 g. Esta pequeña pero importante glándula del sistema endocrino segrega varias hormonas, pero además coordina la secreción de hormonas por parte de otras glándulas. La estructura de la hipófisis se subdivide en zonas denominadas lóbulo anterior, lóbulo posterior e hipófisis media. Observa en la imagen las características y la ubicación de la hipófisis:

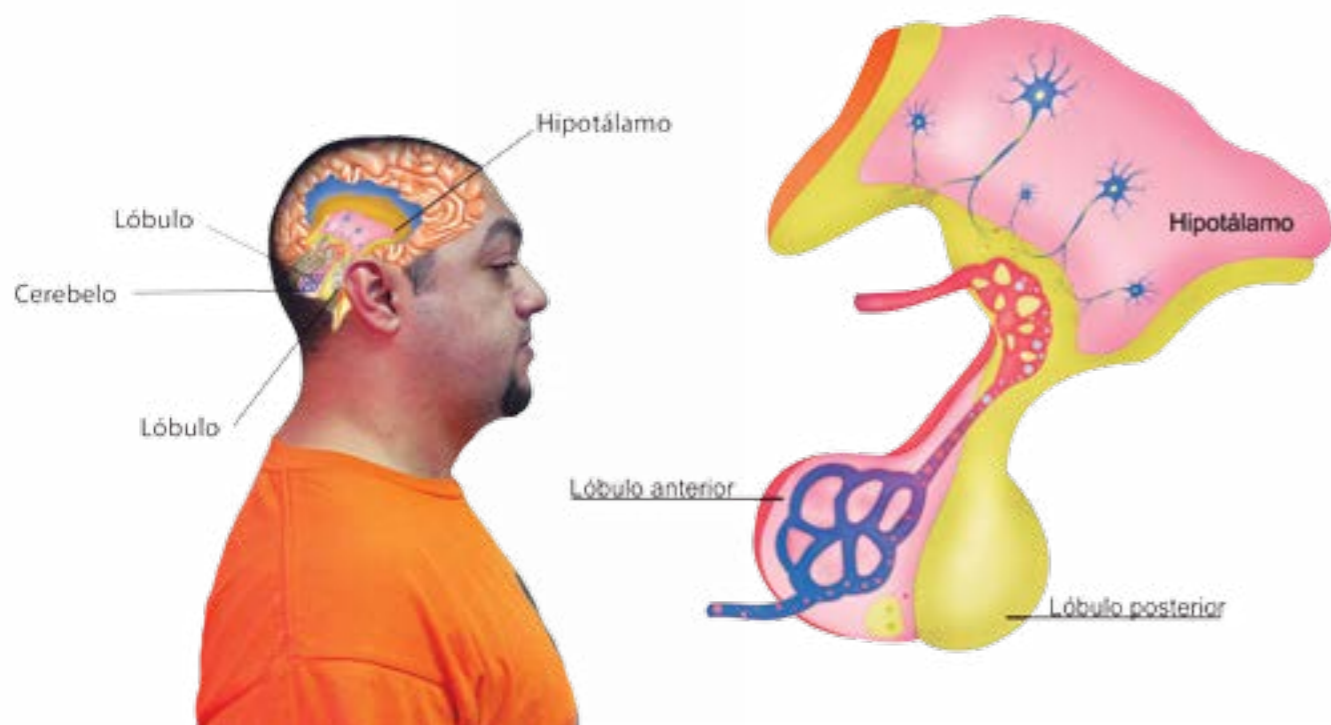
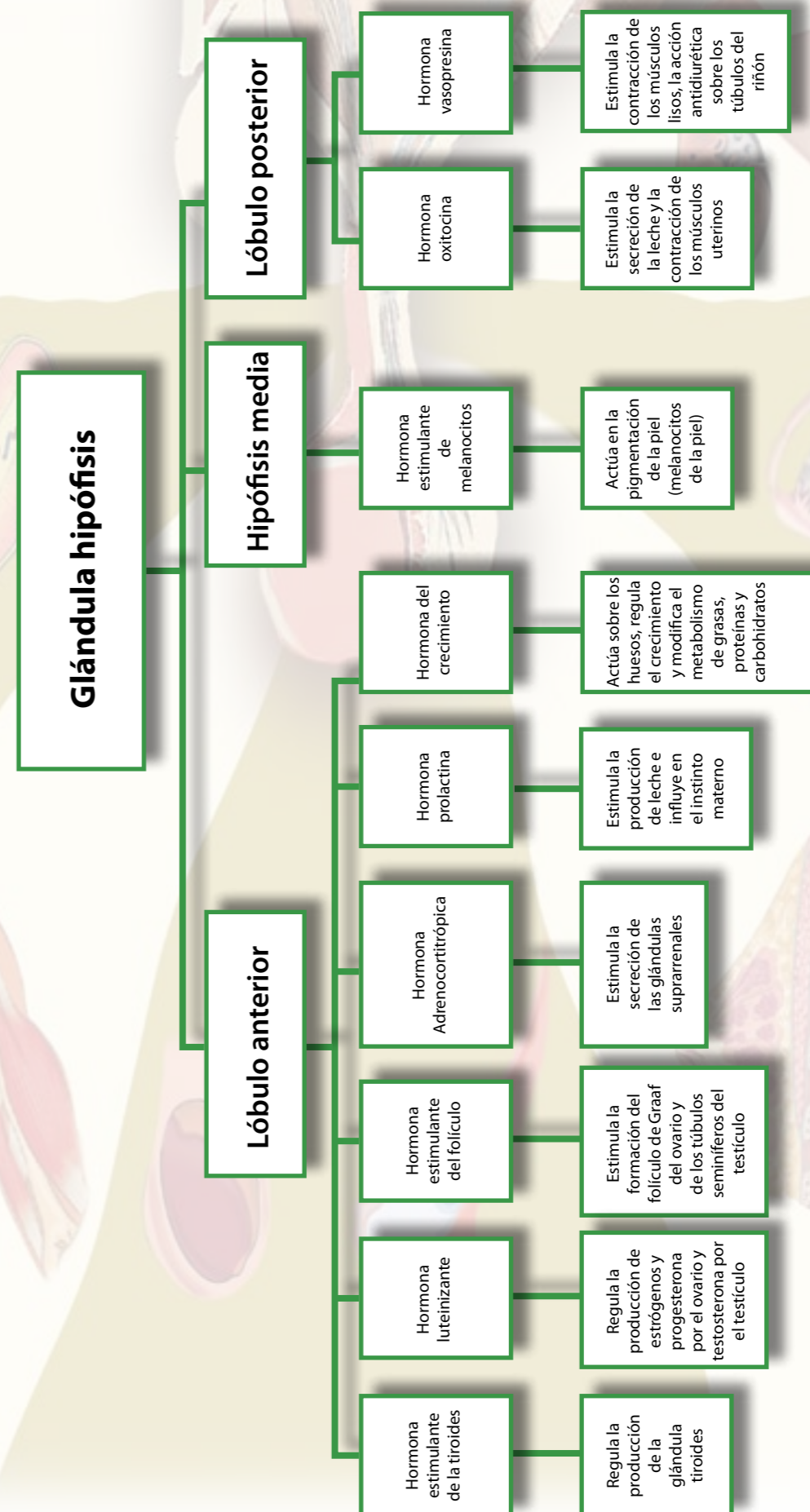


Figura 3.2. Relación del sistema nervioso-sistema endocrino: Hipotálamo-hipófisis.

En el siguiente esquema se presentan las diferentes hormonas que secretan los tres lóbulos de la hipófisis, así como las funciones que dichas hormonas tienen en el funcionamiento de otras glándulas y órganos del cuerpo humano.



Esquema 3.2. Glándula hipófisis, estructura y funciones.

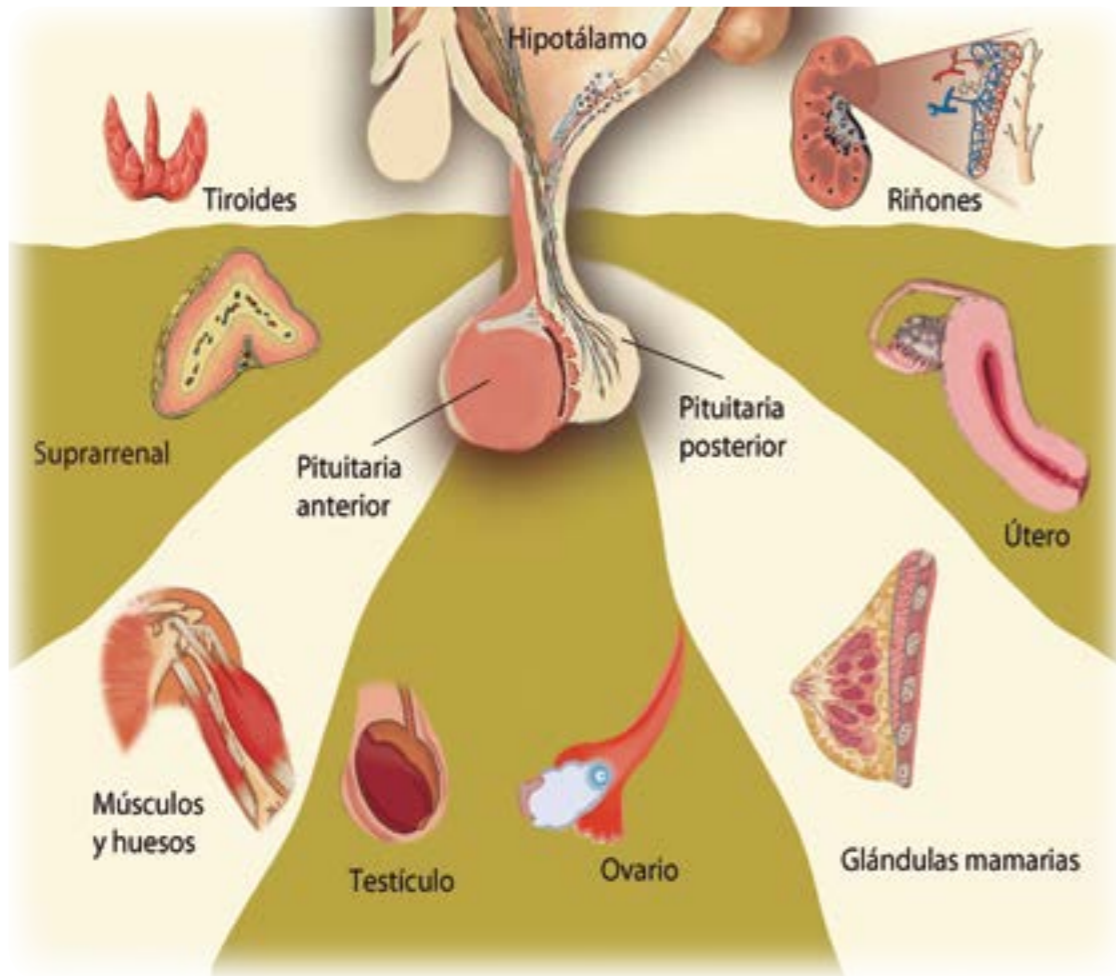


Figura 3.3. Acción de la glándula hipófisis.

La **glándula tiroides** está situada debajo de la laringe y a ambos lados de la tráquea, formando dos lóbulos por lo que es bilobulada. Los dos lóbulos están unidos por un estrecho tejido situado delante de la tráquea (figura 3.4). Secreta las hormonas triyodotironina o T3, la tirosina o T4 y la calcitonina, estas actúan en la regulación del proceso metabólico y la concentración de calcio en la sangre respectivamente.

En la parte posterior (de los lóbulos posteriores) de la glándula tiroides se encuentra la **glándula paratiroides**, constituida generalmente por cuatro masas de tejido, con forma similar a una caraota, y secreta la hormona parathormona o también llamada hormona paratiroides.

La parathormona tiene como función principal mantener el equilibrio en la concentración de los iones de calcio en la sangre, actuando sobre los riñones para reabsorber el ión calcio y evitar que se deseche en la orina y sobre los huesos al obtener de ellos el calcio ante un déficit en la sangre, y sobre el tracto gastrointestinal estimulando su absorción. También controla los niveles de fosfato en la sangre, cuando se encuentra en alta concentración en la sangre esta hormona disminuye la reabsorción renal para que se deseche en la orina y así lograr la homeostasis, es decir, el equilibrio.

Observa en la imagen la ubicación de las glándulas endocrinas tiroides y paratiroides.

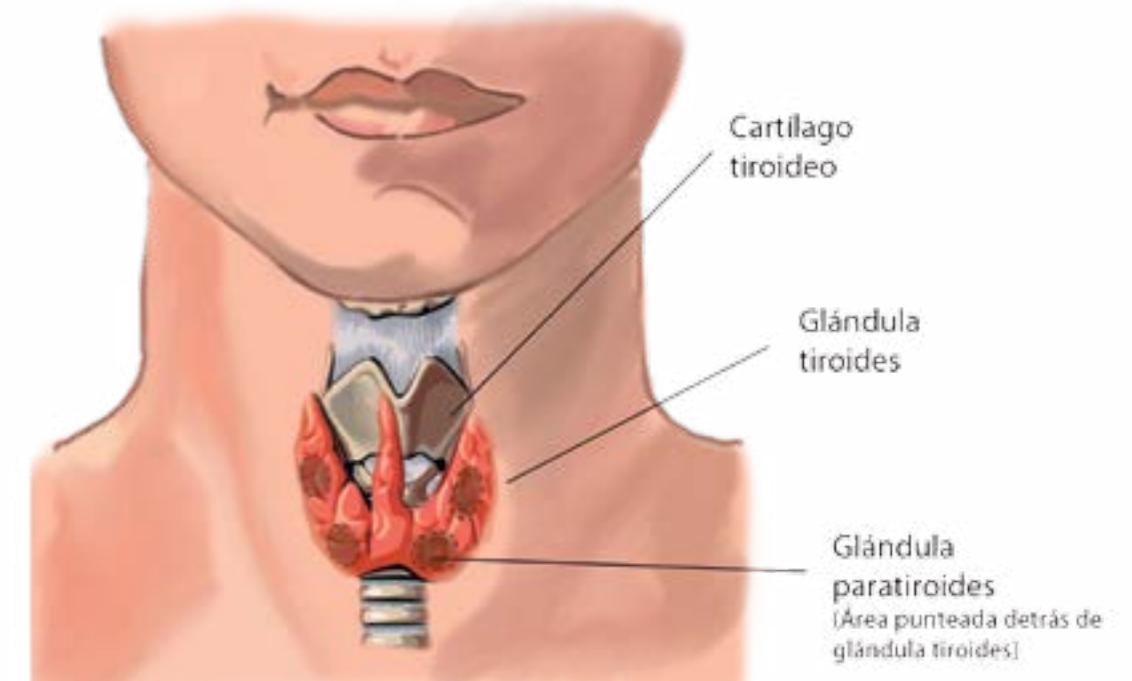
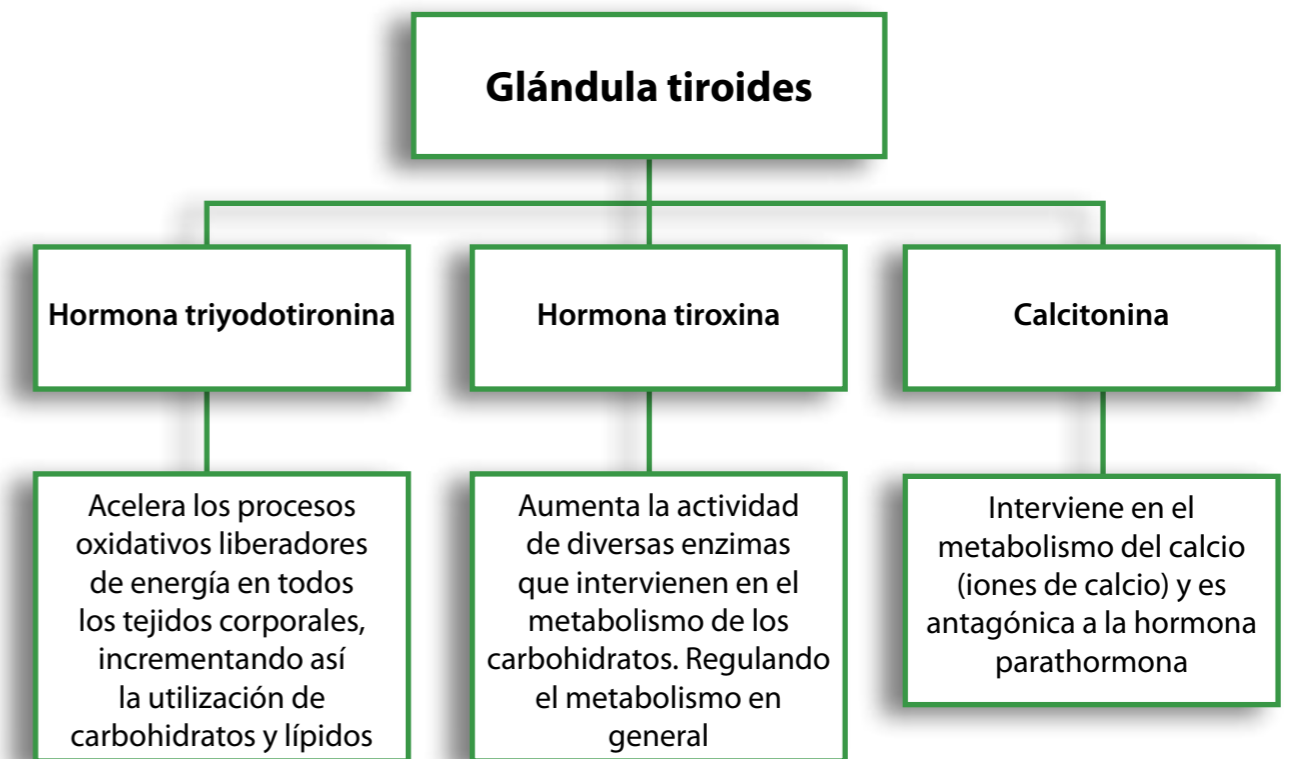


Figura 3.4. Glándula tiroides y paratiroides.



Esquema 3.3 Hormonas secretadas por la glándula tiroides y sus funciones.

Para saber más...

La glándula tiroides fue identificada en 1656 por el anatomista inglés Thomas Wharton (1614-1678). Esta glándula produce diferentes hormonas que actúan sobre el desarrollo y el metabolismo, entre ellas: tiroxina (T4) y triyodotironina (T3) y calcitonina. El déficit hormonal genera el hipotiroidismo y el exceso de ellas hipertiroidismo.



Figura 3.5. Las hormonas tiroideas estimulan el metabolismo, permitiendo nuestra acción.

Las hormonas tiroideas participan en el organismo al aumentar el consumo de oxígeno, tienen acción calorígena y termorreguladora, estimulan la síntesis y degradación de las proteínas, actúan en la síntesis y degradación de las grasas, participan en la síntesis del glucógeno, en la utilización de la glucosa, formación de la vitamina A, actúan en el desarrollo del sistema nervioso e intervienen en los procesos de la contracción muscular y motilidad intestinal, entre otras actividades metabólicas. Como puedes apreciar las hormonas tiroideas intervienen en diversas funciones vitales, involucrando varios sistemas para mantener la homeostasis en el organismo.

El **timo** es una glándula bilobulada (con dos lóbulos) que se localiza en la cavidad torácica por detrás del esternón. Es voluminosa durante los primeros años de vida y luego durante la etapa adulta es de menor tamaño. Su función principal se vincula al sistema inmunológico, por lo que actúa en la defensa del organismo ante las infecciones y enfermedades. En esta glándula se producen los linfocitos que producen anticuerpos.

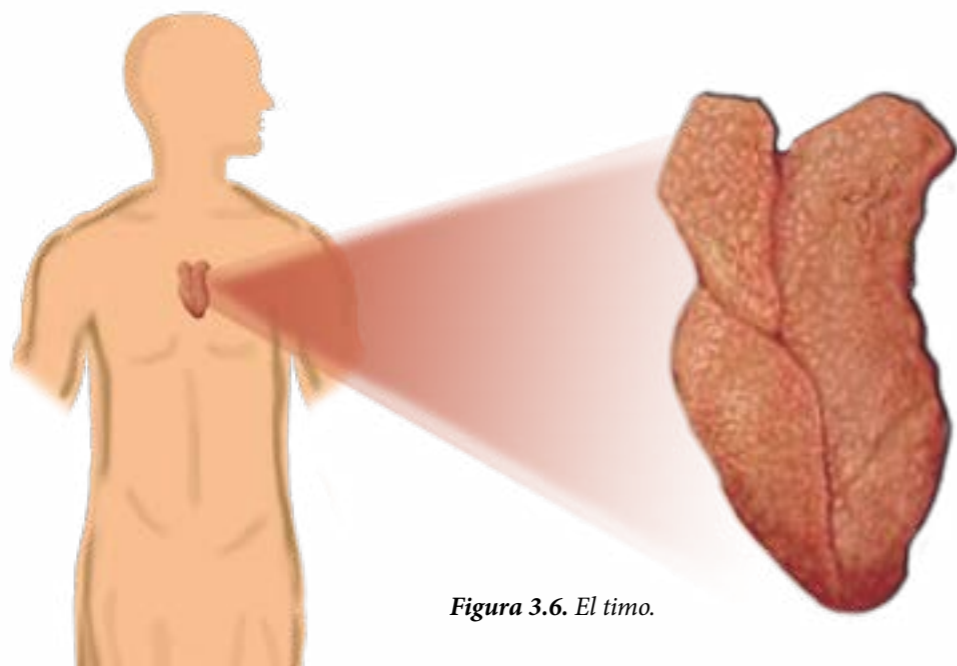
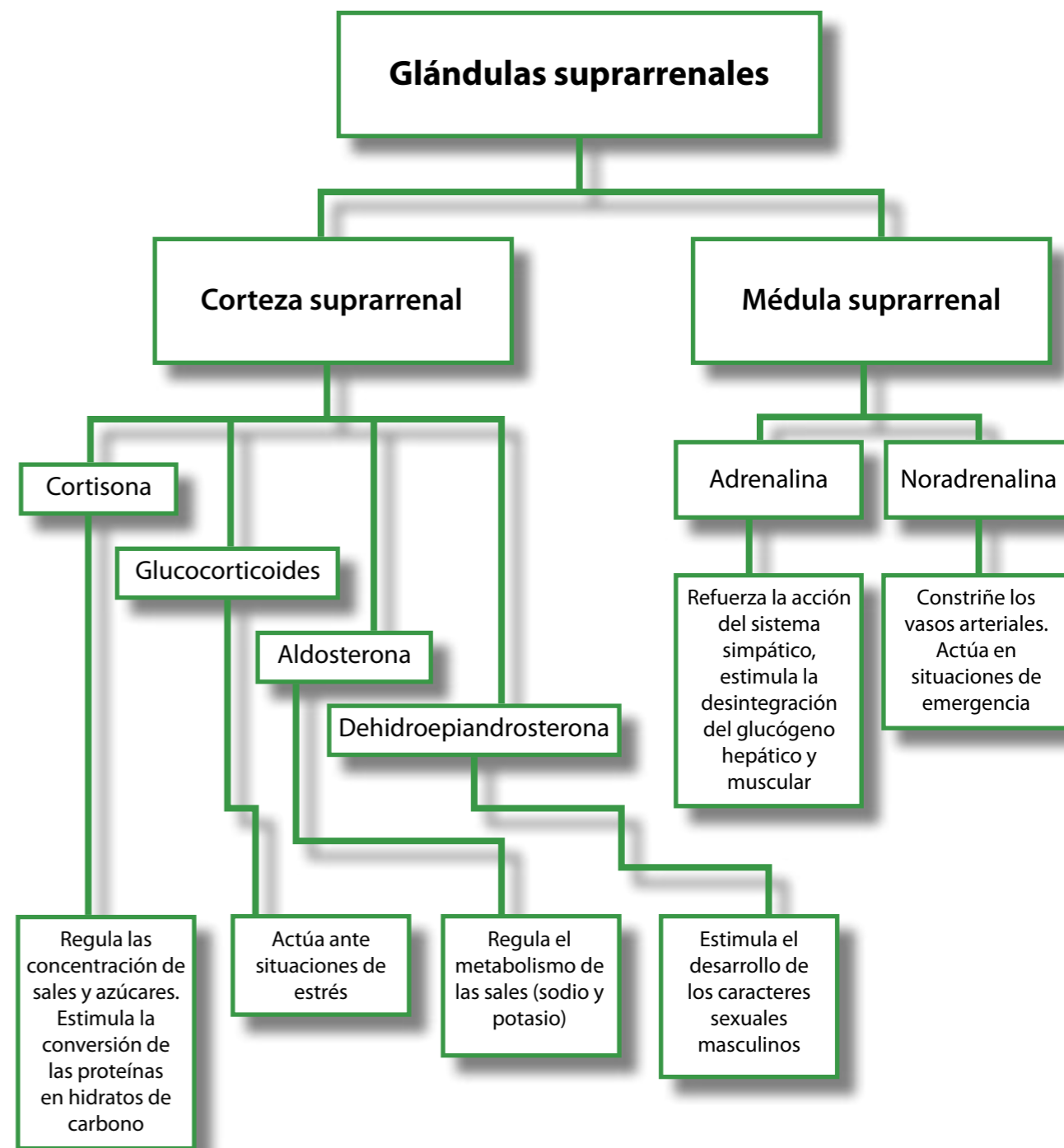


Figura 3.6. El timo.

Las **glándulas suprarrenales** como su nombre lo indica se encuentra sobre los riñones, a su vez estas glándulas coordinan a otras glándulas. En su interior se encuentra la **médula suprarrenal** y la que la recubre se denomina **corteza suprarrenal**. Segregan hormonas con diferentes funciones, las cuales puedes apreciar en el siguiente esquema:



Esquema 3.4 Glándulas suprarrenales, hormonas y sus funciones.

Observa e identifica las glándulas suprarrenales:

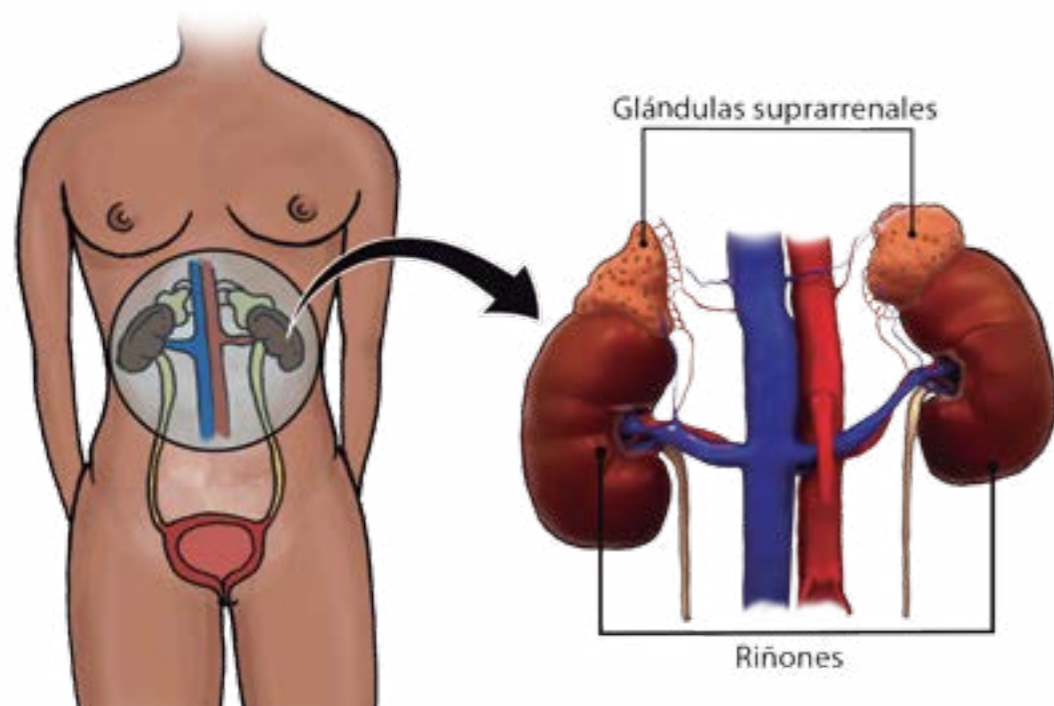
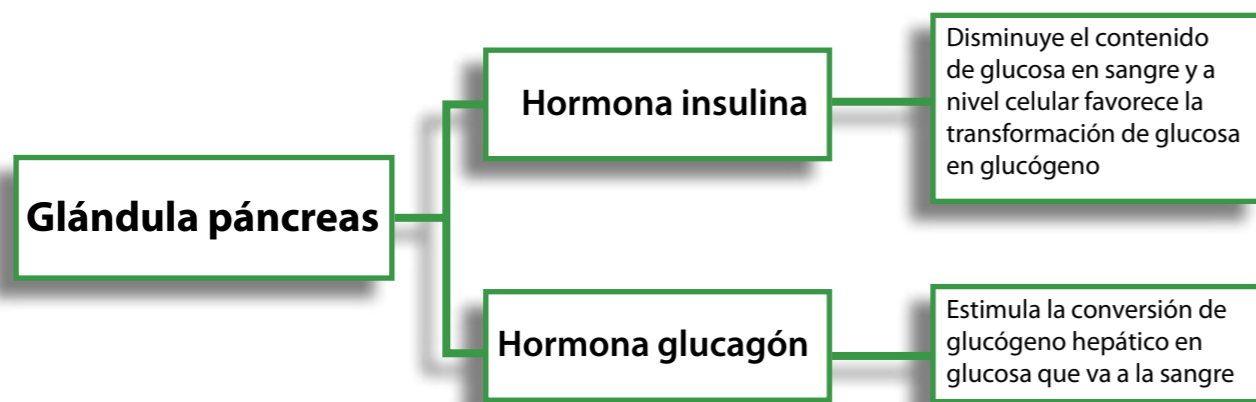


Figura 3.7. Los riñones y las glándulas suprarrenales.

El **páncreas** es una glándula que mide de 12 a 15 centímetros, se encuentra detrás y debajo del estómago. Posee varios tipos de células, las de función exocrina que secretan jugos pancreáticos en el duodeno a través de un conducto, y las células con función endocrina que secretan hormonas en la sangre como el glucagón, la insulina y la somatostatina.

La insulina y el glucagón son hormonas que controlan los niveles de glucosa en el organismo. Estas se comportan antagónicamente en el organismo, es decir, tienen efectos contrarios. Además son controladas por las mismas diferencias de concentración de glucosa en la sangre.

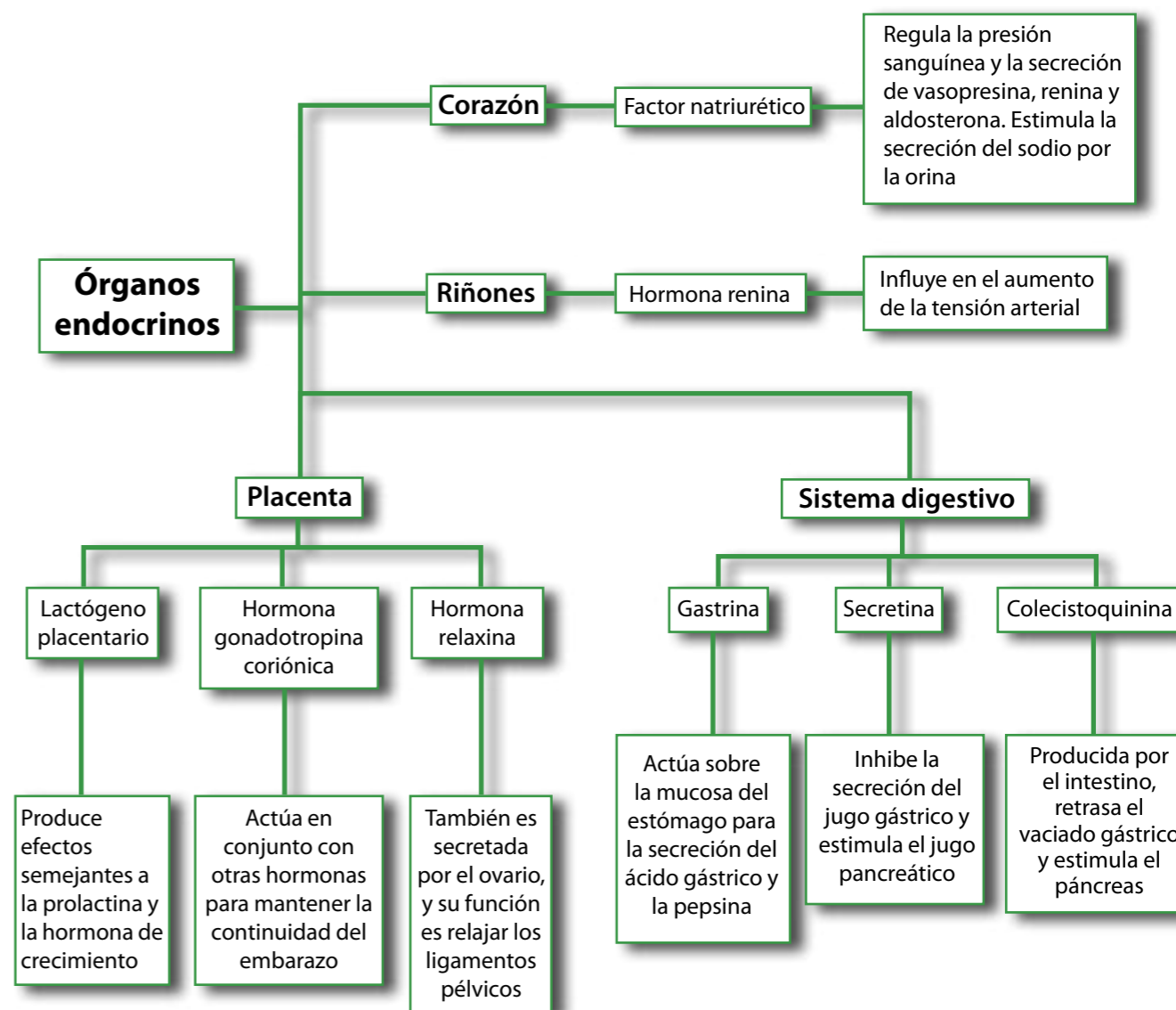


Esquema 3.5
Glándula páncreas, hormonas y sus funciones.

Órganos con funciones endocrinas

En nuestro cuerpo además de las glándulas que conforman el sistema endocrino, también tenemos órganos que se comportan como glándulas, ya que son capaces de segregar hormonas que actúan en las funciones de control y regulación. Entre ellos tenemos: el corazón, los riñones, el sistema digestivo, y en el caso de las mujeres cuando están embarazadas, la placenta.

Estos órganos no forman parte directamente del sistema endocrino. Como viste en años anteriores, están vinculados a las funciones de nutrición de los sistemas circulatorio, excretor y digestivo; y en el caso de la placenta con la reproducción. Sin embargo todos ellos secretan sustancias químicas a la sangre que se comportan como hormonas. Observa en el esquema las hormonas y las funciones que desempeñan en el organismo:



Esquema 3.6
Algunos órganos que cumplen funciones hormonales.

Glándulas sexuales

El desarrollo y el crecimiento de los órganos sexuales, las características sexuales secundarias, así como la maduración de las células sexuales están bajo el control de las gónadas o glándulas sexuales: ellas producen las células reproductivas (espermatozoides los testículos y óvulos los ovarios), pero también secretan hormonas. En el caso de los hombres, los testículos producen testosterona, y en el caso de las mujeres, los ovarios secretan estrógenos, relaxina y progesteronas, y también estradiol.

En las siguientes imágenes se muestran los sistemas reproductores femenino y masculino y sus respectivas glándulas sexuales o reproductivas.

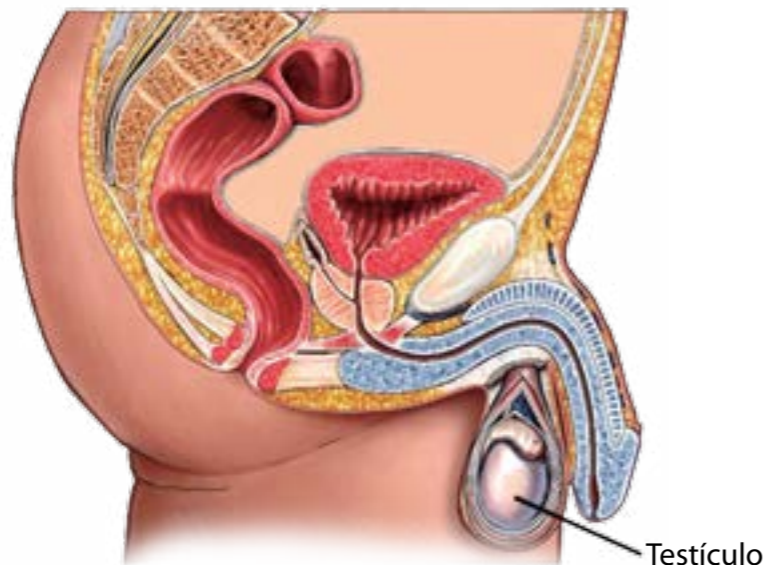
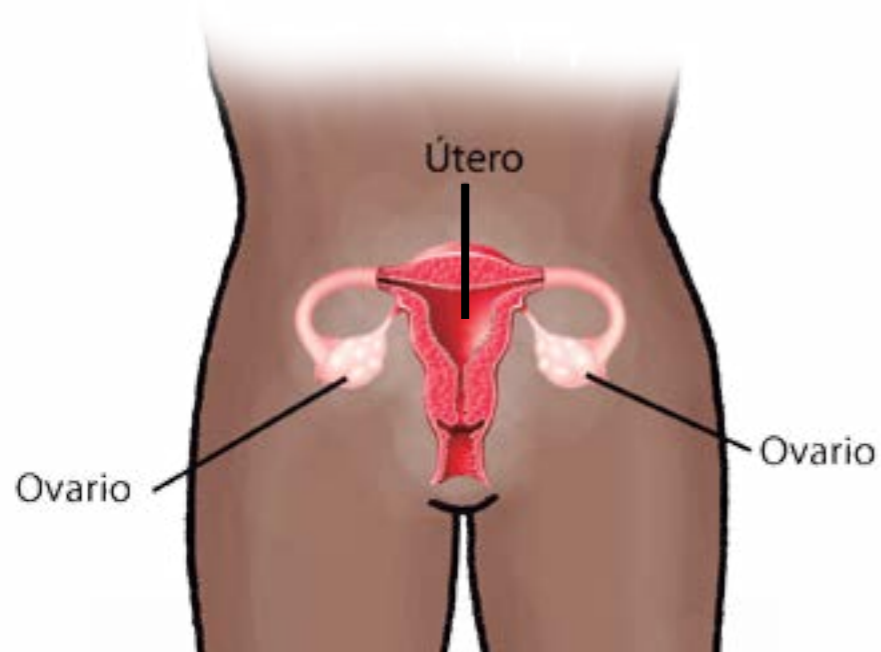
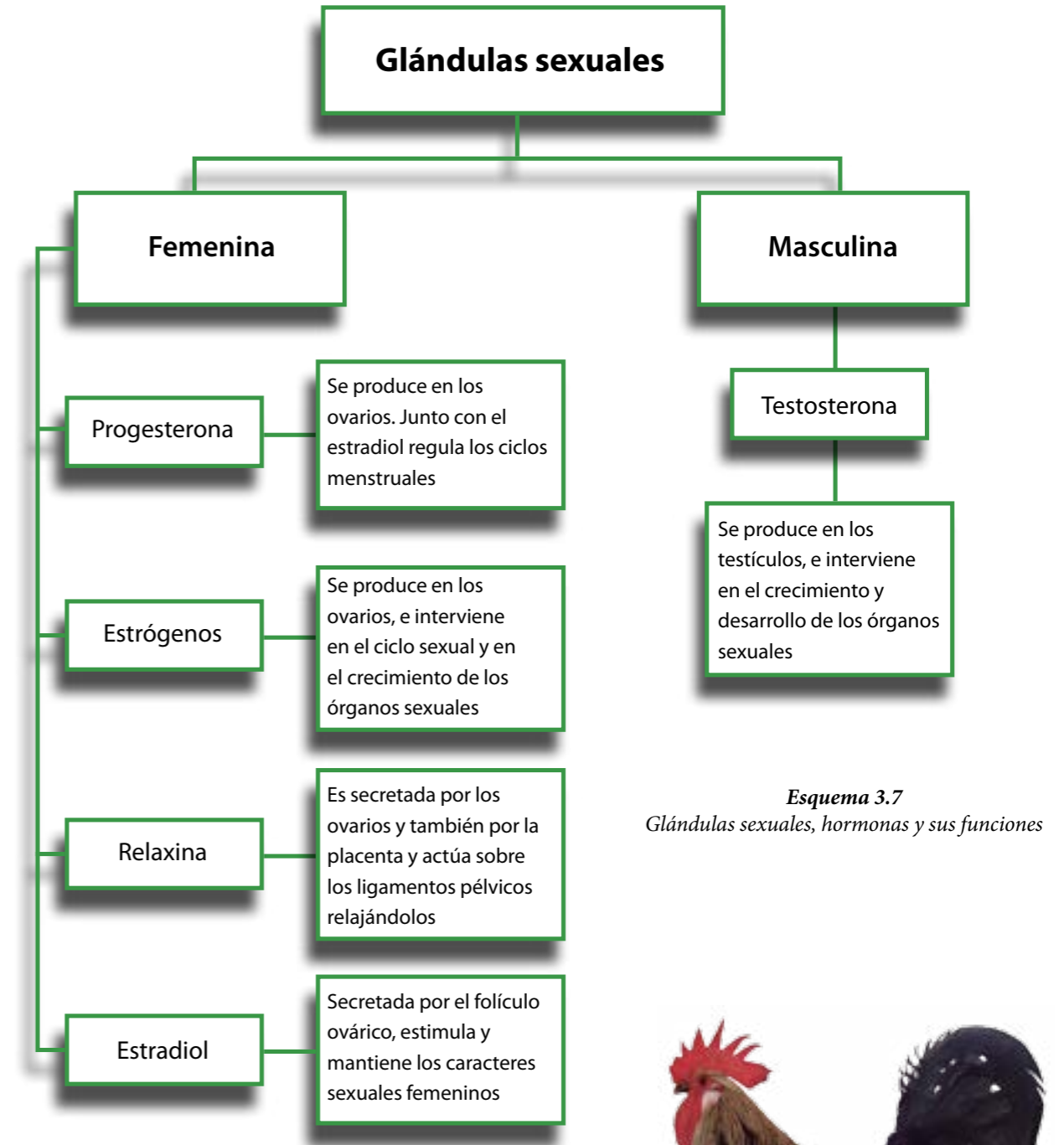


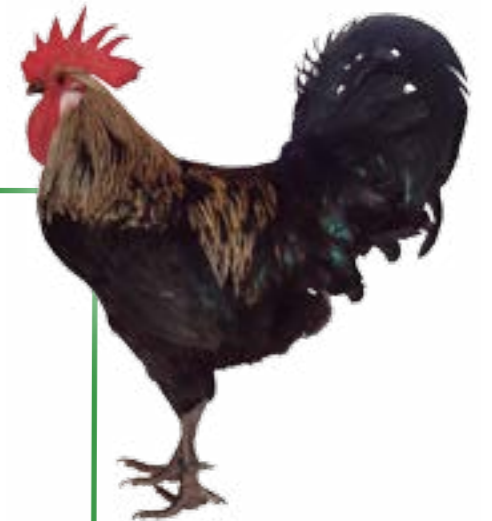
Figura 3.8. Glándulas sexuales femenina y masculina.



Esquema 3.7. Glándulas sexuales, hormonas y sus funciones

Para saber más...

El fisiólogo Arnold Berthold realizó experimentos pioneros sobre glándulas endocrinas en 1849 trabajando con gallos, comprobó que caracteres como la cresta, la conducta agresiva y el interés por las gallinas dependían de los testículos. Incluso en animales castrados, estos caracteres se recuperaban gracias a inyecciones de extracto testicular.





Enfermedades del sistema endocrino. La diabetes mellitus.

En Venezuela, así como en muchas partes del mundo, la diabetes mellitus se ha convertido en un problema de salud pública, afectando a la población. Esta enfermedad se origina por la deficiencia en la producción de la hormona insulina, lo que genera un conjunto de alteraciones metabólicas en diferentes órganos y tejidos, y un aumento en los niveles de glucosa en la sangre denominado hiperglicemia, afectando el metabolismo de los carbohidratos, las proteínas y los lípidos.

A. Recolección de datos

Vamos a indagar sobre esta enfermedad, para ello puedes consultar artículos de prensa nacional, revistas, información del Ministerio de Salud, de asociaciones educativas o de asociaciones de prevención de diabetes (también puedes consultar en páginas vinculadas al tema, como por ejemplo: <http://avepae.org/2011/10/diabetes-en-jovenes/> y <http://www.revistadiabetes.com/>).

Indaga con tus compañeros y compañeras sobre la diabetes. Elabora un breve cuestionario anónimo que aplicarás en tres secciones, en él incluye preguntas sobre sus hábitos en la alimentación (cuáles son los alimentos que normalmente forman su dieta), si realizan deportes, la frecuencia de los ejercicios físicos, si se han realizado recientemente pruebas de laboratorio para medir los niveles de glucosa, si alguno de ellos o sus familiares padecen la enfermedad, y si padecen la enfermedad qué tratamientos utilizan, y qué medidas de control y prevención aplican.

Luego, con los datos recabados organiza tablas sobre cada una de las variables que investigaste (separando los datos familiares de los personales), reportando las respuestas más frecuentes. ¿A nivel familiar existen varios casos de diabetes?, ¿es una enfermedad hereditaria?, ¿cómo es la relación de los hábitos de deporte y alimentación con la presencia, control o ausencia de la diabetes? Los datos recabados a nivel individual se emplearán en la siguiente actividad.

B. Niveles de glucosa en sangre

¿Qué necesitamos?

- Pruebas de laboratorio (donde se señale el nivel de glucosa en sangre del estudiante).
- Valores o rangos normales de glicemia.
- Glucómetro (opcional).
- Datos tabulados de la actividad anterior.

¿Cómo lo haremos?

Con tus compañeras y compañeros verifica los valores que indican las pruebas de laboratorio reportadas en el cuestionario anterior, compara si se encuentran dentro del rango o nivel normal. Expresa en porcentajes el número total de compañeros que se encuentran dentro

de los valores normales y si se presenta algún caso diferente. Relaciona los datos de las pruebas de sangre con los datos obtenidos con respecto a la dieta o si se realiza algún deporte.

Opcional: si en tu institución algún representante o especialista de tu comunidad (profesional de la salud) tiene la posibilidad de emplear aparatos para medir la glucosa en sangre, como el glucómetro, puede ser invitado a tu salón de clases. Y con ayuda del educador o educadora, pueden comprobar: ¿cómo es el nivel de glucosa en sangre luego de ingerir alimentos?, ¿qué valores se esperan y por qué?, y ¿qué ocurre al tomar muestras de sangre y medir los niveles de glucosa luego de dos horas? Con los resultados obtenidos pueden sacar conclusiones y reportar si existen algunos valores de hiperglicemia o hipoglicemia y cómo se pueden modificar estos resultados.

Discute en grupo, ¿qué relación tienen los niveles de azúcar (glucosa) y la insulina, con el páncreas y con las células beta de los islotes de Langerhans? Puedes consultar textos, folletos informativos o en la Web, te sugerimos la siguiente página:

<http://www.historiadelamedicina.org/langerhans.html>

C. Prevención y tratamiento: Investiga sobre los tratamientos actuales para la diabetes mellitus: ¿cuáles tratamientos se aplican en la diabetes tipo I y tipo II?, ¿por qué es importante prevenir la enfermedad?, ¿cuáles son las consecuencias para la salud? Puedes consultar diferentes fuentes y visitar la siguiente página: <http://www.bioeticanet.info/>

Las hormonas en acción permiten la vida

¿Cómo actúan las hormonas en nuestro cuerpo? ¿Existe un control del sistema endocrino? Para el normal funcionamiento del cuerpo humano es necesario que las hormonas estén presentes en pequeñas cantidades, pero equilibradas, de manera que los órganos sobre los cuales actúan funcionen normalmente. Además, las glándulas endocrinas son capaces de regularse a sí mismas dependiendo de los estímulos que reciban, por lo que fisiológicamente aumentan o disminuyen su secreción según las necesidades del organismo, mediante un proceso de retroalimentación.

- La retroalimentación es negativa cuando al percibir un desequilibrio por déficit del estímulo, se origina mayor respuesta, o viceversa, a mayor cantidad de estímulo menor respuesta (menor cantidad de hormona producida). Por ejemplo: cuando la glándula paratiroides percibe que los niveles de calcio en la sangre son bajos, aumenta la producción de la hormona parathormona. Por el contrario, si percibe niveles altos de calcio en la sangre, la glándula disminuye su producción.
- La retroalimentación es positiva cuando si existe gran cantidad de un estímulo se produce gran cantidad de hormonas como respuesta, o si por el contrario existe poca cantidad de un estímulo se produce poca cantidad de hormonas como respuesta. Por ejemplo: cuando se detecta un gran peligro (estímulo), las glándulas suprarrenales segregan adrenalina para que el cuerpo reaccione rápidamente, activando el sistema simpático y la desintegración del glucógeno para obtener energía y así actuar en segundos. Si por el contrario no hay peligro, la persona no está en alerta y hay menor capacidad de respuesta, por tanto menor producción de la hormona.

Es maravilloso cómo el sistema endocrino puede controlar y regular nuestro organismo, actúa como un vigilante que siempre procura resguardar el buen funcionamiento del cuerpo humano. Es capaz de generar cambios externos que se observan a simple vista como la sudoración, las lágrimas, el crecimiento, el desarrollo, las características sexuales y la reproducción. Y también actúa en otras funciones como el uso y almacenamiento de energía, el control en la concentración de los niveles de sales o glucosa en sangre, y en diversos sistemas.

Las hormonas que producen las glándulas van a todos lugares del cuerpo logrando cambios como la aceleración del metabolismo, aceleración del ritmo cardíaco, producción de leche materna, o desarrollo de los órganos sexuales; están activas cuando estamos tristes o estamos felices, y hasta cuando nos enamoramos actúan las hormonas. Sin embargo, a pesar de que las hormonas se encuentran bajo un excelente sistema de control, podemos alterarlo, si nuestros hábitos no son los más saludables.

El estilo de vida del ser humano influye directamente en el sistema endocrino, por ejemplo con situaciones como el control de las emociones, el deporte, la recreación, el cuidado de la salud y los hábitos en la alimentación.

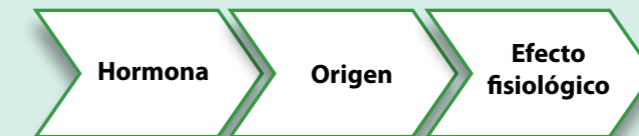
La alimentación sana, equilibrada y constituida principalmente por alimentos de origen natural proporciona los nutrientes necesarios y las concentraciones adecuadas de sales, vitaminas, azúcares, proteínas y grasas para el buen funcionamiento del cuerpo. El exceso o déficit de algunos de los nutrientes repercute en la salud. Imagina que, lamentablemente por desconocimiento, una persona consume de manera constante y en exceso alimentos ricos en carbohidratos complejos como harinas procesadas y dulces, o consume gran cantidad de embutidos, enlatados y exceso de sal en los alimentos, ¿cómo afectará las glándulas del páncreas y suprarrenales estas situaciones?

En la rutina cotidiana, es importante incluir la práctica de un deporte ya que somos seres activos. Física y psicológicamente el ejercicio proporciona beneficios, entre ellos, permite el incremento de la masa muscular, flexibilidad y densidad en el sistema óseo, aumenta la fuerza física, disminuye el tejido adiposo y favorece el uso de glucosa y las sales minerales a nivel corporal. Cuando se realiza deporte se aumenta la socialización y el disfrute del tiempo de recreación. Por el contrario el estrés, el cigarrillo y el uso de drogas perjudican tanto al sistema nervioso como al hormonal ya que inhiben los mecanismos de acción de los mismos.

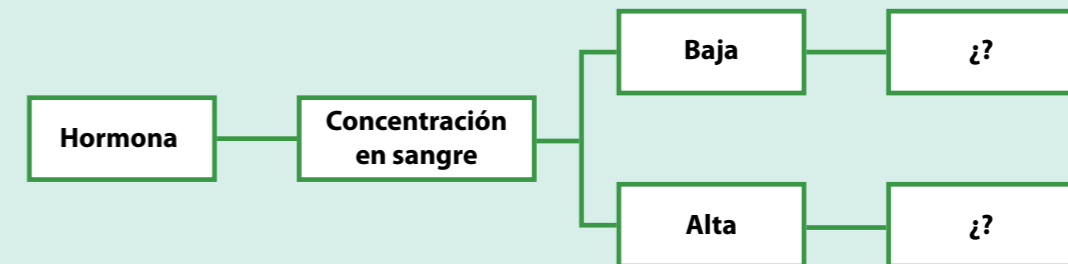


Actividades de autoevaluación

1. Realiza un resumen de las diferentes hormonas, destacando su glándula de origen y la función metabólica que realiza. Luego plantea ¿qué ocurre si se presenta un déficit en las hormonas: insulina, triyodotironina o en la calcitonina? Puedes utilizar un esquema similar a este:



2. Completa el siguiente esquema, utiliza diferentes hormonas, y plantea qué ocurre ante un déficit (baja concentración en sangre) o exceso (alta concentración en sangre) de estímulo:



3. Analiza las siguientes situaciones:

a. Un par de niños vieron reflejada en la pared una sombra similar a un lobo con enorme dentadura. Se asustaron y voltearon inmediatamente, luego observaron que era un pequeño perro muy cariñoso. En este caso, ¿qué hormonas actuaron ante la situación de alerta?, ¿qué mecanismo de retroalimentación se evidenció?, ¿el sistema hormonal actuó en conjunto con el sistema nervioso? Luego de verificar que no estaban en peligro, ¿cómo se tranquilizaron y qué mecanismo de control se accionó? (retroalimentación).

b. Unos adolescentes en su clase de educación física están realizando ejercicios cardiovasculares, han trotado durante 20 minutos. Ya están sudando y tienen sed. Además del sistema nervioso, sistema circulatorio, excretor, respiratorio y óseo muscular, ¿qué hormonas participan en esas acciones? Realiza un listado de ellas y comenta con tus compañeros el porqué de tu selección.

c. Si comes una rica arepa con queso y un jugo de níspero, luego de la digestión, ¿qué le ocurre a la concentración de glucosa en el plasma sanguíneo?, ¿cómo actúa el páncreas ante esta situación?, ¿qué tipo de control se lleva a cabo?, ¿qué ocurre si se altera la producción de insulina en el páncreas?

d. En revistas, artículos de prensa, portales educativos y médicos, estadísticas del MPPS, indaga sobre enfermedades relacionadas con el sistema endocrino que mayormente afectan a la población venezolana. Identifica la glándula afectada, cuáles son las consecuencias para el organismo y cuáles son los tratamientos. Conversa con tus compañeros, compañeras y educadores sobre tus hallazgos.



¡Qué jugada! Ricardo se vino desde atrás con la pelota, sorteó a tres contrarios zigzagueando rápidamente y cuando estaba a media distancia pateó con fuerza el balón, que se incrustó en la malla sin que el portero del otro equipo pudiera evitarlo. ¡Gooooo! Aunque Ricardo quizás todavía no lo sabe, en esta jugada victoriosa intervinieron centenares de sus músculos, no sólo los que él controla voluntariamente como los de sus piernas, sino también el músculo de su corazón y aquellos involuntarios que, por ejemplo, recubren sus arterias. Además, es verdad que son los músculos los que al contraerse produjeron sus movimientos, pero si ellos no contaran con huesos para anclarse, el feliz goleador no hubiera dado un paso.

La armazón de huesos del organismo

Una tienda de campaña se sostiene gracias a los palos o las varillas metálicas, sin ellos la lona se vendría al suelo. Asimismo, nuestros músculos, piel y órganos se sostienen gracias a nuestra armazón interna: los huesos. Sin ellos, nos derrumbaríamos en un montoncito de carne. Los recién nacidos tienen más de 300 huesos pero los adultos poseen sólo unos 206, ya que algunos huesos se sueldan con otros durante el crecimiento. Tenemos huesos largos como el

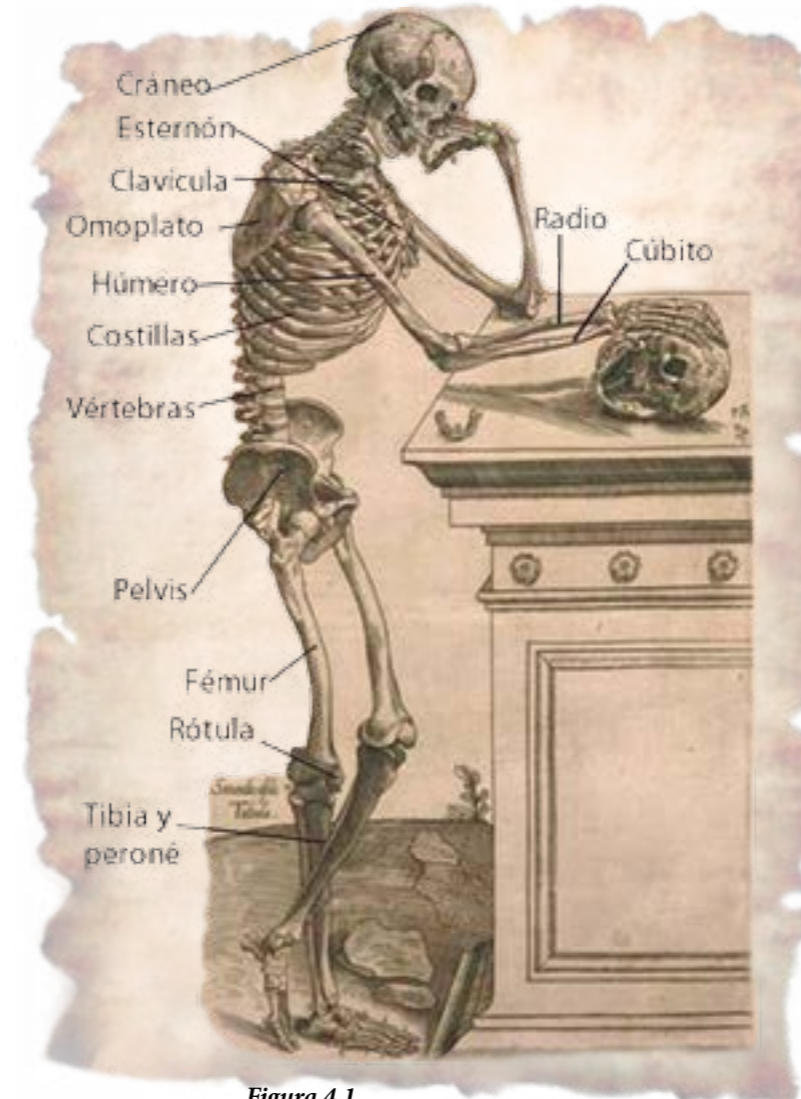


Figura 4.1.

Este pensativo esqueleto aparece en un famoso libro del año 1543, cuyo autor fue el médico y profesor universitario Andrés Vesalio. Con sus cuidadosas observaciones directas del cuerpo humano. Vesalio fue el fundador de la anatomía moderna. Hemos añadido los nombres de algunos huesos como referencia.

del brazo, cortos como los de los dedos, planos como los del cráneo, irregulares como las vértebras de nuestra columna. Nuestro hueso más grande es el fémur, hay uno en cada muslo. Los más chiquitos son los tres huesecillos que tenemos dentro de cada oído y que transmiten el sonido: son tan pequeños que juntos caben en la cabeza de un alfiler.

La forma y el tamaño de un hueso están adaptados a su función. Por ejemplo, un hueso largo como el fémur del muslo actúa como una viga, dando efectivo soporte a nuestro cuerpo; un hueso grande y plano como el omóplato del hombro ofrece una amplia superficie donde se anclan los poderosos músculos que mueven los brazos; y los múltiples pequeños huesos de las manos, movidos por diversos músculos, permiten movimientos variados y precisos, como desplazar el pincel al pintar una acuarela.

Los huesos se articulan unos con otros formando el esqueleto. Podemos distinguir dos partes en el esqueleto: un conjunto de huesos forma el eje del cuerpo y se llama por eso **esqueleto axial**. Otro grupo de huesos estructurales llamados los apéndices, que en nuestro caso son los brazos y las piernas, junto a los "cinturones óseos" que los unen al esqueleto axial. A este grupo se le da el nombre de **esqueleto apendicular**. Puedes diferenciarlos en el dibujo de la figura 4.2.

En el esqueleto axial resalta la columna vertebral, formada por las vértebras. En los humanos, ella permite la posición erguida. A los animales que tienen columna vertebral se les llama vertebrados. Cuando estamos de pie, casi todo el peso del cuerpo es soportado por los huesos pélvicos que están fundidos formando la pelvis ósea: allí se articulan las piernas. En el otro extremo de la columna vertebral está la cintura escapular, donde se articulan los brazos.

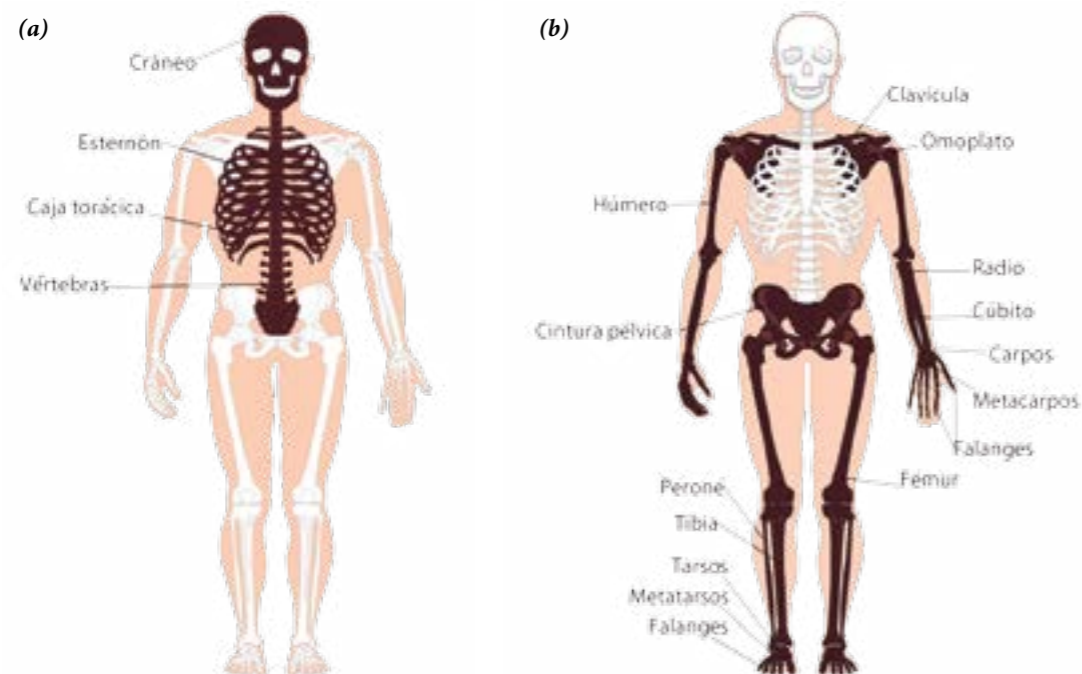


Figura 4.2. Esqueleto axial (a) y esqueleto apendicular (b). ¿Puedes compararlos con los de otros vertebrados?

“Cofres” óseos protectores de nuestros órganos

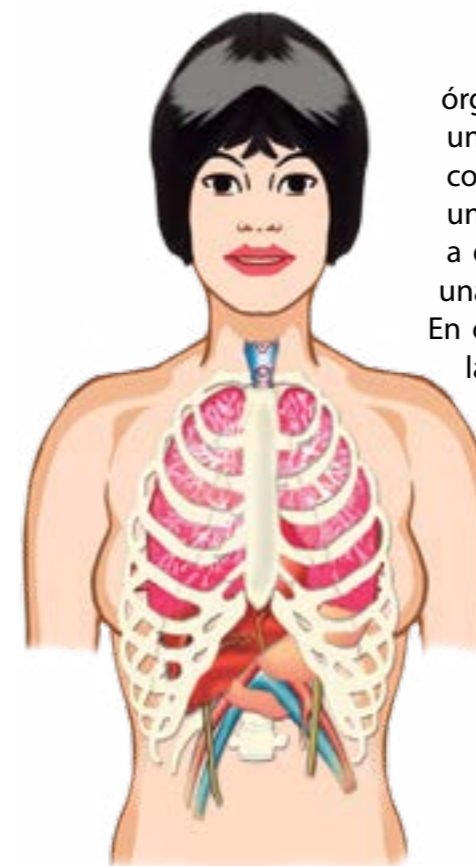


Figura 4.3. Las costillas y el esternón protegen algunos órganos.

Los huesos también protegen a muchos de nuestros órganos. El delicado cerebro está encerrado dentro del cráneo, una caja hecha de huesos. Las costillas y el esternón envuelven al corazón, los pulmones, el hígado y el bazo. Si no fuera por ellos, un simple tropezón con otra persona podría afectar seriamente a estas vísceras. Cada una de las vértebras de la columna tiene unas prolongaciones en forma de arco que se cierran en la punta. En conjunto, estos arcos crean como un túnel en donde se aloja la médula espinal, la cual comunica al cerebro con los nervios del cuerpo. Si la médula se daña, la persona corre el riesgo de quedar parálitica, pues son los millones de mensajes que van y vienen por su interior los que dirigen múltiples acciones del cuello hacia abajo. Pero las vértebras la protegen bien. ¿Qué huesos protegen a los órganos del abdomen? Identifícalos en la figura 4.2.

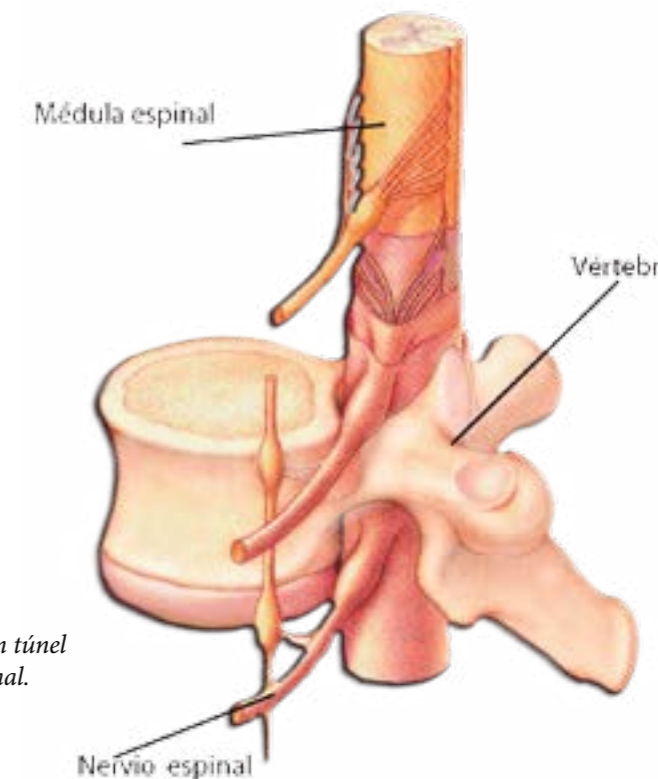


Figura 4.4. Las vértebras forman como un túnel de hueso que protege a la médula espinal.



El "radioesqueleto"

Vamos a armar la imagen de un esqueleto.

¿Qué necesitarán?

- Radiografías diversas.

¿Cómo lo harán?

Entre todos, traigan radiografías al salón. Ubiquen los huesos que se ven en ellas, ¿a qué parte del cuerpo corresponden? ¿Se ven huesos de diferentes formas y tamaños? Destaquen algunos. Comparen radiografías de la misma zona correspondientes a personas diferentes. Finalmente, traten de montar un “cuerpo humano” con las radiografías disponibles. Péguenlas en la pared.

Actividad opcional: Averiguar cómo funciona el equipo de rayos X que nos permite “ver” nuestros huesos sin abrir el cuerpo. ¿Por qué no sirve igual para músculos y vísceras?

Los huesos son puntos de apoyo y palancas para el trabajo de los músculos

Los músculos permiten nuestros movimientos al contraerse. Pero si ellos no estuvieran unidos a los huesos (o, en algunos casos, a la piel) no podrían lograr nada. Para producir el movimiento, los músculos se apoyan en unos huesos y halan de otros. Por ejemplo, el bíceps es un músculo del brazo, que está unido por una punta a los huesos del hombro y por la otra a uno de los huesos del antebrazo. Cuando el bíceps se contrae, tira del hueso del antebrazo y este se levanta. Así es como podemos llevarnos la mano a la cara. Pero los músculos sólo pueden halar el hueso, no lo pueden empujar. Y entonces ¿cómo hacemos para alejar la mano de la cara? La respuesta es que otro músculo, opuesto al anterior, se contrae y hala en el otro sentido. Muchos músculos trabajan así, en parejas: uno hala para un lado y el otro para el lado contrario.

El trabajo por parejas de los músculos permite gran variedad de movimientos y logra que los mismos se hagan suavemente, pues el par se va controlando uno al otro. Sin el control del músculo opuesto nos moveríamos en forma brusca, como marionetas tiradas por hilos. Gracias a nuestros diversos músculos y su acción coordinada, podemos hacer muchos movimientos diferentes: desde cavar con fuerza en un huerto hasta enhebrar una aguja; desde masticar turrón duro hasta parpadear suavemente.

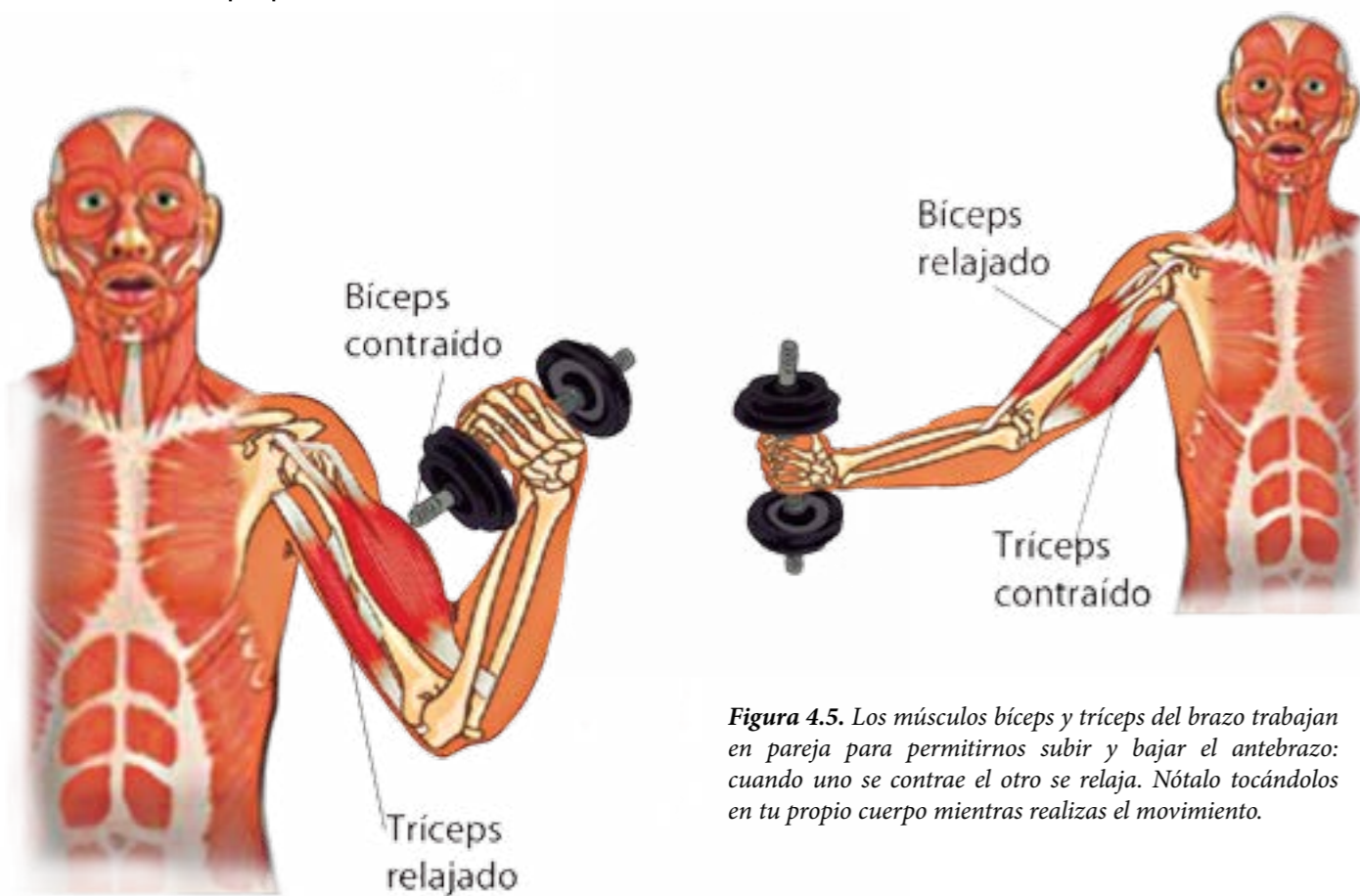


Figura 4.5. Los músculos bíceps y tríceps del brazo trabajan en pareja para permitirnos subir y bajar el antebrazo: cuando uno se contrae el otro se relaja. Nótales tocándolos en tu propio cuerpo mientras realizas el movimiento.

Pero en cualquier movimiento intervienen no sólo un par de músculos sino muchos más. Para dar un solo paso, por ejemplo, se requiere la participación de unos doscientos músculos, que han de contraerse o relajarse en pares. ¡Con razón aprender a caminar no es fácil para las y los infantiles!

Los músculos se encuentran unidos a los huesos mediante tendones, los cuales están hechos de tejido conjuntivo: fibras resistentes y flexibles de proteína junto a carbohidratos de sostén. Tócate justo encima del talón, en la parte posterior de la pierna. ¿Qué sientes? Allí hay un tendón que une el músculo de la pantorrilla al hueso del talón: es el famoso tendón de Aquiles.

Los tendones también permiten que un músculo actúe a cierta distancia del hueso que mueve. Por ejemplo, los músculos que mueven los dedos están en el antebrazo, y se unen a los huesos de los dedos mediante largos tendones: compruébalo abriendo y cerrando con fuerza una mano y tocando el antebrazo con la otra ¿notas la contracción de los músculos?, ¿ves los tendones? Este arreglo permite que nuestros dedos realicen movimientos delicados y precisos. Si los músculos de los dedos estuvieran fijos directamente sobre sus huesos nuestras manos serían torpes, con los músculos como engarrotados.

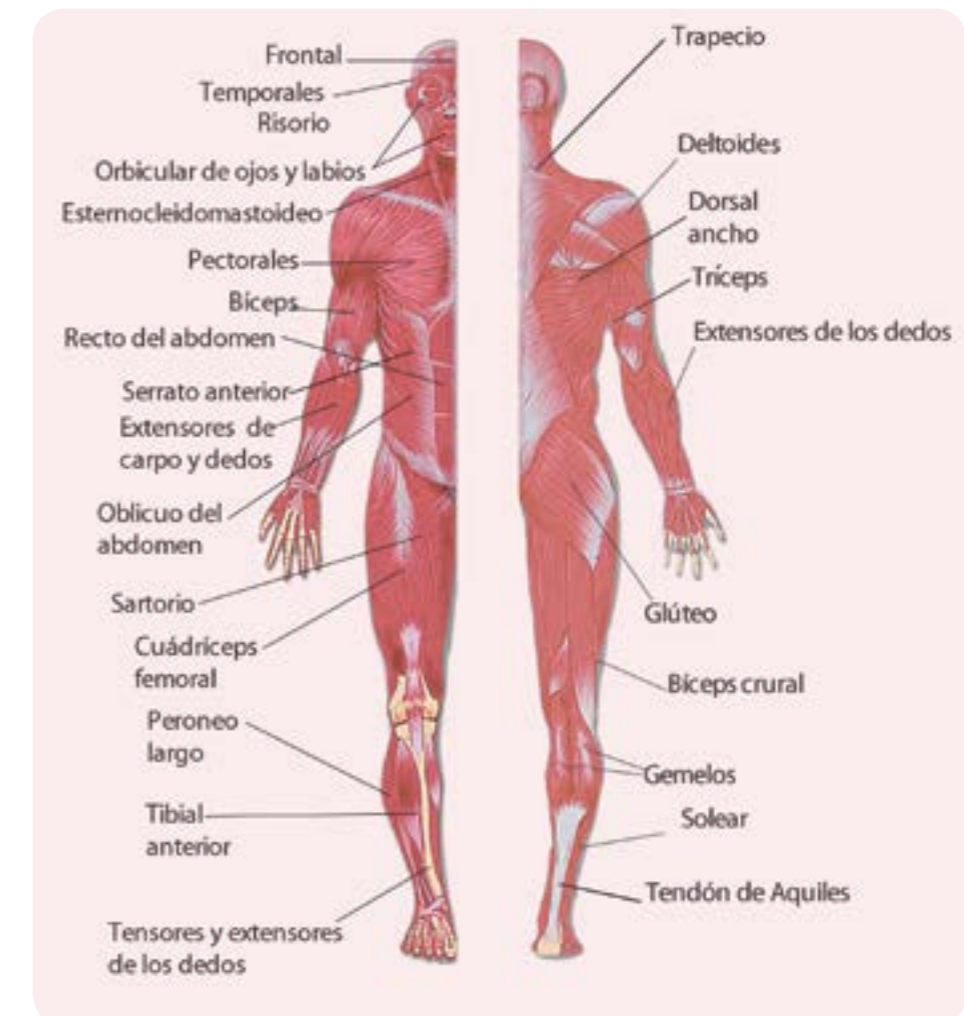


Figura 4.6 Vistas ventral y dorsal de los músculos superficiales del cuerpo humano.

¿Cuándo doblamos los dedos se nos doblan los huesos?

Probablemente has leído esta pregunta anteriormente, la respuesta es, por supuesto, que los huesos no se doblan tanto. Es verdad que ellos tienen cierta flexibilidad, gracias a la cual pueden enfrentar tensiones sin quebrarse, pero no hasta ese punto. Al doblar los dedos estamos aprovechando las uniones entre los huesos, ellas son las que hacen posible tal movimiento. Si nuestros huesos estuvieran pegados unos a otros en largas barras nuestros movimientos serían "robóticos". O, en caso extremo, simplemente no podríamos moverlos. Las uniones entre los huesos o articulaciones permiten nuestros movimientos. Para probarlo, camina como si no tuvieras articulaciones en las rodillas o ensaya a aplaudir como si no tuvieras articulaciones ni en los codos ni en las manos.

En el cuerpo hay distintos tipos de articulaciones. La del codo y la de la rodilla son tipo bisagra. Permiten fundamentalmente un movimiento como el de abrir y cerrar una puerta. La del hombro y la de la cadera son tipo esfera, con mucha libertad de movimiento. En el tobillo tenemos una articulación deslizante, cada hueso puede deslizarse un poco sobre otros, y el conjunto tiene bastante flexibilidad. En cambio, los huesos del cráneo están unidos entre sí por articulaciones fijas. Al no poder moverse, protegen mejor al cerebro. En las articulaciones móviles los huesos se unen mediante los ligamentos.

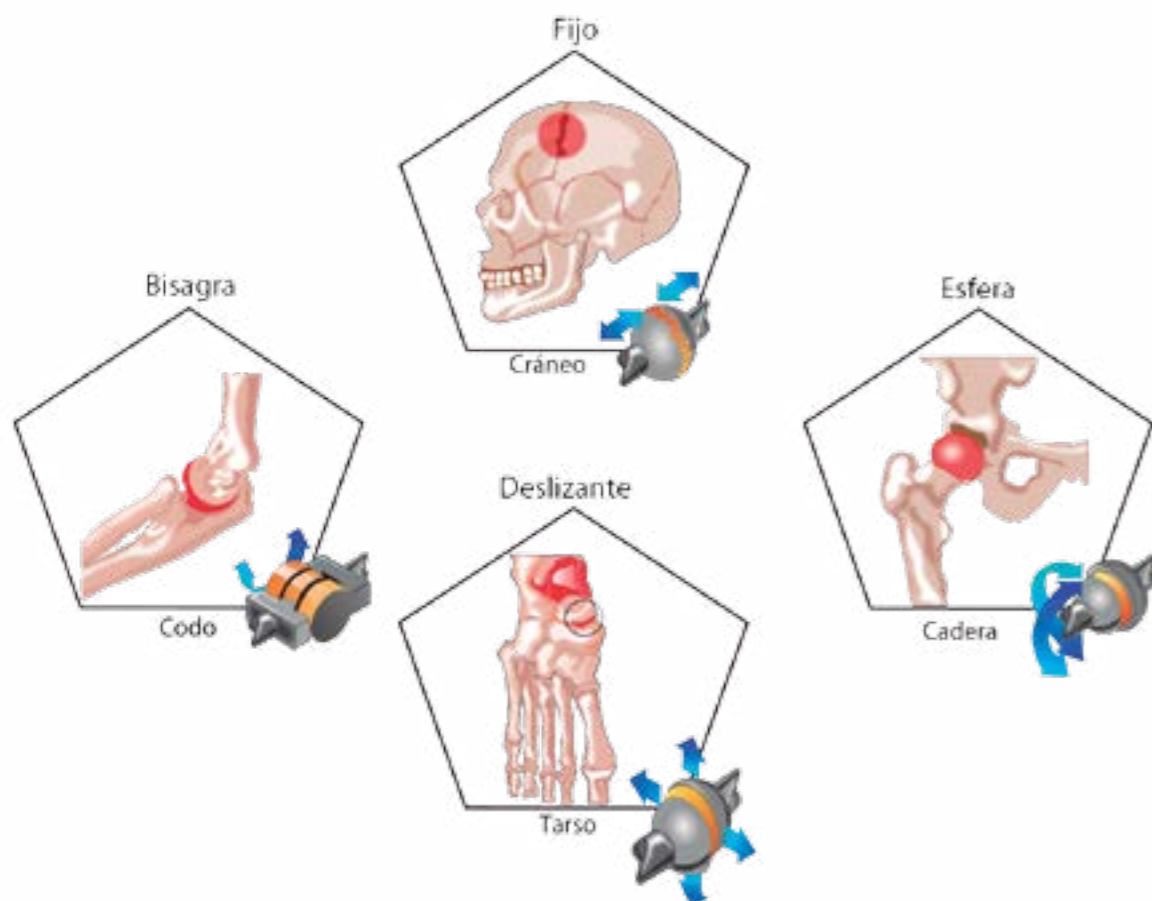


Figura 4.7. Hay diversos tipos de articulaciones entre los huesos de nuestro cuerpo.

Los huesos están vivos

El tejido de los huesos es un tejido vivo: por dentro circulan nervios y vasos sanguíneos, y constantemente se está destruyendo hueso viejo y formando nuevo, gracias a dos tipos diferentes de células óseas. El proceso es mucho más intenso y evidente durante el crecimiento; también podemos notarlo con claridad cuando se repara una fractura. Pero el hueso siempre está renovándose. Al envejecer, se hace mayor la destrucción que la construcción, sobre todo en las mujeres debido a los cambios hormonales de la menopausia. Hay mucho que investigar todavía en relación a la formación y destrucción del hueso.

Algo que sabemos con certeza es la importancia de formar durante el crecimiento hasta los 25 años de edad, huesos densos de fuerte estructura, que nos duren bien a lo largo de toda nuestra vida. Para ello hay que hacer ejercicio con regularidad, aproximadamente una hora casi todos los días, y tomar suficientes alimentos ricos en calcio y en vitamina D, entre ellos leche, yogur, queso, y, en menor medida, derivados de soya, brócoli y col. Por otra parte, fumar perjudica a los huesos, así como el exceso de bebidas alcohólicas.

La estructura de los huesos recuerda a la del concreto armado: están formados principalmente de unas "cabillas", fibras largas de una proteína llamada colágeno, y de un "cemento" de sales minerales de calcio y fósforo. Las fibras de colágeno le dan al hueso cierta flexibilidad, que evita que se parta cuando se le aplica una tensión, y el cemento mineral le da dureza. Los huesos tienen una zona compacta y otra esponjosa, aunque ambas formadas por los mismos componentes. También tienen una parte hueca en su centro, que puede contener médula roja o depósitos de grasa (médula amarilla). Si los huesos fueran totalmente compactos pesarían demasiado y se romperían más fácilmente.

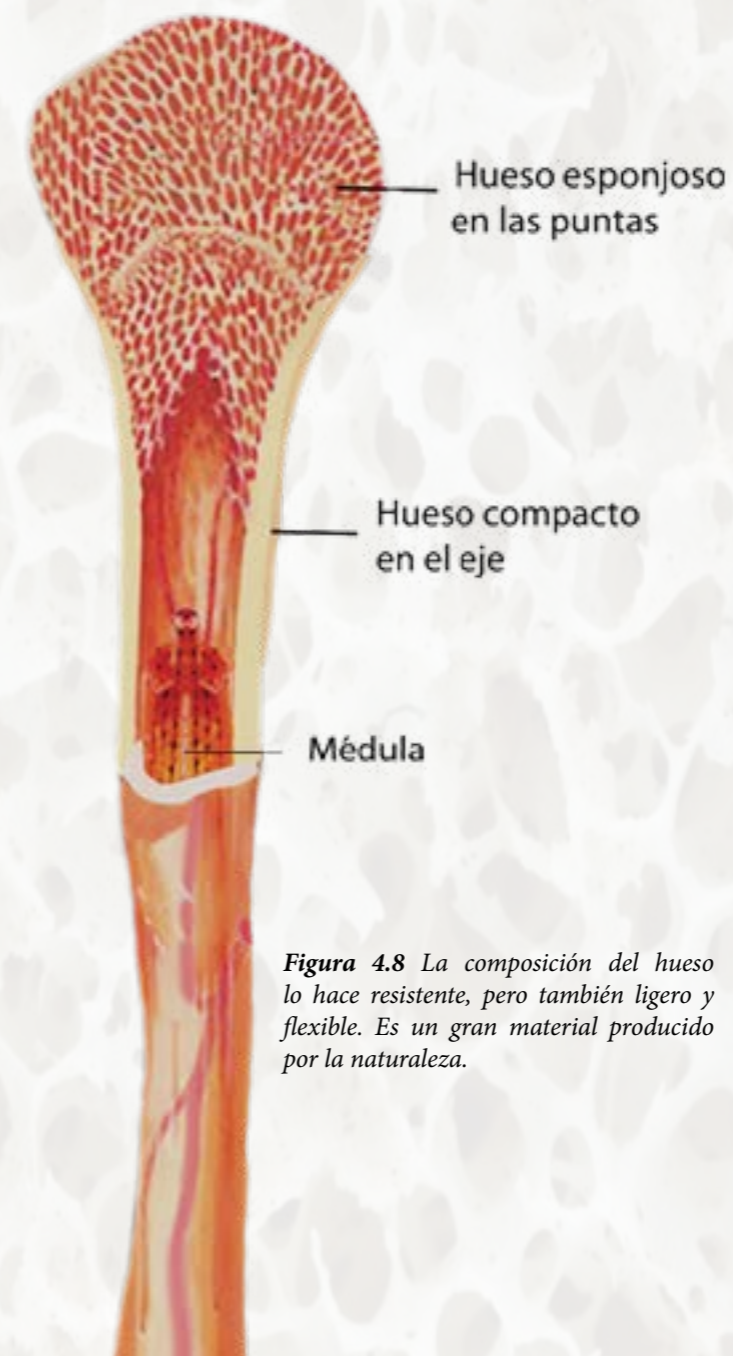


Figura 4.8 La composición del hueso lo hace resistente, pero también ligero y flexible. Es un gran material producido por la naturaleza.

¿Qué diferencia hay entre el cartílago y el hueso?

El cartílago no tiene sales minerales como el hueso, por lo que es más flexible. Incluso muy flexible, según las proteínas que lo formen, como en el caso del cartílago de nuestras orejas. En los extremos de los huesos de articulaciones móviles hay un cartílago claro que los protege del roce; puedes verlo en el hueso de un muslo de pollo. Por cierto, la superficie de la articulación está además encerrada en una bolsa (bursa) llena de líquido lubricante. ¿Conoces a alguien que sufra de bursitis o de artritis? Son problemas de las articulaciones.

En algunos peces, como las rayas y los tiburones, el esqueleto es de cartílago. Pero en los peces óseos y otros vertebrados, incluidos los seres humanos, casi todo el cartílago ha sido sustituido por hueso al momento del nacimiento.



Figura 4.9 Los poderosos tiburones tienen un esqueleto de cartílago, no de hueso.

Para saber más... Los huesos son también depósitos de minerales. Ellos contienen calcio y fósforo, junto a cantidades más pequeñas de otros minerales. Cuando nuestro organismo necesita de los mismos, los toma de allí. Es muy importante mantener los niveles de calcio en la sangre dentro del rango adecuado, de lo contrario nuestros nervios y músculos no pueden funcionar.

Por otra parte, en algunos huesos hay en su interior médula ósea, donde se forman las células de la sangre.



Observando y comparando huesos

Vamos a comparar músculos y hueso de algunos animales.

¿Qué necesitarán?

- Huesos frescos de res, cerdo, chivo u oveja.
- Muslo de pollo - pata de pollo.
- Sardina u otro pescado pequeño entero.
- Alicata punta fina - sierra.
- Modelo o lámina de esqueleto humano.
- Cráneos o esqueletos preservados de animales (opcional).
- Lupa (opcional).

¿Cómo lo harán?

- Por equipos, pónganse de acuerdo para traer huesos. Traten de conseguir huesos frescos de res, cochino u otro mamífero grande. Observen su consistencia y aspecto. Sierren (o pidan en la carnicería que les sierren) el hueso en los extremos y en el medio. ¿Aprecian diferencias en su interior? Comparen con lo dicho en esta lectura.
- Trabajen también con el muslo de pollo. Fijense en las articulaciones. ¿Ven ligamentos y tendones? ¿Los extremos de los huesos son lisos o rugosos? ¿Qué importancia puede tener esto?
- Comparen estos huesos con los anteriores. Pueden observar también las articulaciones en una pata de cochino.
- Si cortan la piel alrededor del extremo de una pata de pollo verán como unas cuerdas blancas: son los tendones. Halen uno a uno con un alicate punta fina o unas pinzas grandes. ¿Qué observan? ¿Cómo lo explican?
- Hiervan una sardina u otro pescado pequeño y quítenle la carne, con cuidado de no arrancar ni la cabeza ni la cola. Llévenla a clase. ¿Cómo está unida la cabeza al cuerpo? ¿Se puede doblar el esqueleto? ¿Se puede acortar? Ubiquen las vértebras. Las espinas del pez sostienen los músculos y protegen los órganos del cuerpo. Una lupa puede ayudar en las observaciones. Si en el liceo hay esqueletos de animales, aprovechen para observarlos también.
- Comparen los huesos de los diferentes animales con los humanos, usando un modelo de esqueleto o una lámina. Luego de una mirada general, es útil comparar por partes: cabeza, tronco, extremidades. Si no se consiguieron muchos huesos, pueden irse rotando equipo por equipo, mientras los demás hacen otra cosa. En reunión general, compartan con sus demás compañeros y compañeras de clase lo que observaron.
- Los esqueletos de animales encontrados en el campo tienen muchas bacterias y requieren cuidados especiales en su manejo (sugerimos consultar fuentes al respecto).



Ablandando un hueso

Vamos a indagar acerca de la composición de los huesos.

¿Qué necesitarán?

- Hueso delgado de pollo (crudo).
- Vinagre blanco.
- Frasco boca ancha con tapa.

¿Cómo lo harán?

Consigan un hueso de pollo crudo, que sea delgado (puede ser el esternón o uno del ala). Retiren del mismo todos los músculos y tendones. Dejen que se seque durante una noche. Pónganlo en un frasco y agreguen suficiente vinagre blanco como para cubrirlo. Tapan el frasco y déjenlo sin mover durante siete días. Saquen el hueso y enjuáguelo con agua. ¿Qué observan? El vinagre se ha combinado con unos componentes importantes del hueso, al perderlos el hueso se vuelve blando. ¿Qué componentes son esos?



Figura 4.10

En estos dibujos se puede comparar un esqueleto humano con el de tres animales: un anfibio (la rana), un ave (el pelicano) y otro mamífero (el tigre). ¿En qué se parecen? ¿Qué diferencias es posible apreciar?

Solidaridad de cuerpo a cuerpo

El hueso es un material de calidad, pero hay circunstancias que pueden afectarlo gravemente, como traumatismos provocados por choques o caídas, tumores, infecciones, defectos del desarrollo en niñas y niños, entre otros. Tiempo atrás estos problemas llevaban con frecuencia a la amputación de un brazo o una pierna, a la deformación o a la invalidez. Hoy, es posible trasplantar pedazos de hueso, permitiéndole a la persona recuperar una vida normal. De hecho, después de la sangre, el hueso es el tejido humano que más se injerta en el mundo: el implante ofrece soporte y estimula el crecimiento del propio hueso de la zona afectada.

En cantidades pequeñas, es posible obtener hueso de otras partes del cuerpo del mismo paciente. También pueden utilizarse los pedazos que se desechan cuando a alguien le instalan una prótesis. Y una tercera fuente de material óseo son las personas fallecidas: al menos catorce pacientes pueden beneficiarse gracias a los huesos de alguien que ha muerto.

La donación es un acto de solidaridad que multiplica nuestra vida más allá de su final. ¿Conoces la ley que rige esta materia en nuestro país? Sería bueno comentarla en clase y en el hogar. ¿Hay un banco de huesos en tu región? ¿Se realizan injertos de hueso en algún hospital del área? Entre todas y todos pueden diseñar y desarrollar alguna actividad o proyecto en torno a estos temas.



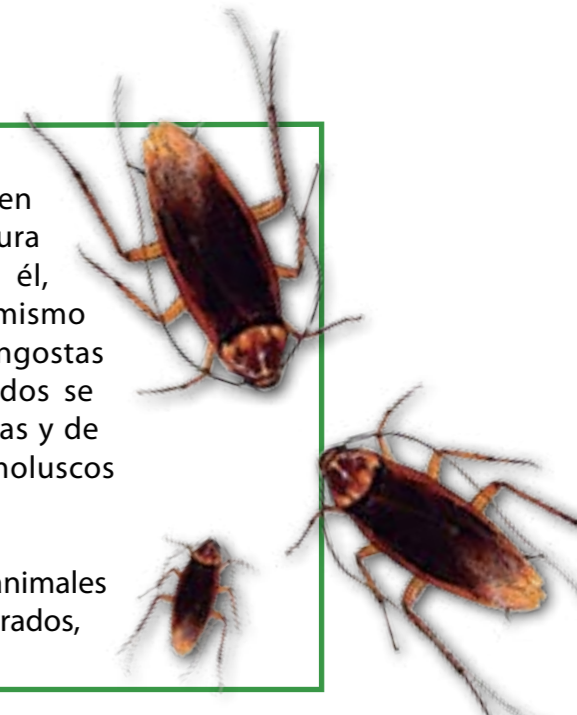
Figura 4.11 Huesos donados para implantes.

Fuente: http://donacion.organos.ua.es/submenu3/inf_sanitaria/tejidos/donacion_huesos.jpg

Para saber más...

Las cucarachas se mueven rápido ¡y no tienen huesos! Sucede que ellas tienen una cubierta dura externa, es decir, un exoesqueleto: anclándose en él, los músculos de las cucarachas pueden trabajar. Lo mismo pasa con los demás insectos, y con las arañas, las langostas y otros artrópodos. El exoesqueleto de los artrópodos se encuentra formado por depósitos inertes de proteínas y de quitina, un carbohidrato de cadena larga. También moluscos como las ostras y los caracoles tienen exoesqueleto.

El principio de la contracción muscular en estos animales invertebrados es igual al de la contracción en los vertebrados, incluido el ser humano.



Tres tipos de músculos permiten movimientos muy diferentes

Una sonrisa se debe a la acción de un tipo de músculos, mientras que los latidos del corazón involucran a otro diferente, y hay todavía un tercer tipo responsable de movimientos como la contracción de la vejiga urinaria. En efecto, tenemos tres clases diferentes de músculos en nuestro organismo: estriado, liso y cardíaco. Los músculos de tipo estriado o esquelético son los que realizan nuestros movimientos voluntarios, y se encuentran recubriendo todo nuestro cuerpo; mueven brazos, piernas, cabeza y tronco. Deben su nombre a las estrías o franjas que se aprecian cuando se observan al microscopio, y que no son más que los solapamientos entre los dos tipos de filamentos que los constituyen. Podemos controlar su contracción porque los nervios que llegan a ellos están bajo dominio de nuestra voluntad. Son músculos que actúan rápidamente, se fatigan con facilidad y no pueden permanecer contraídos por períodos largos. Permiten movimientos como bailar, escribir o caminar.

Los músculos lisos recubren órganos internos como el intestino, los vasos sanguíneos y el útero. Carecen de estrías y están formados por capas de células bien definidas. No están unidos a huesos y normalmente no se encuentran bajo control consciente, por ejemplo, no decidimos acerca del movimiento de la comida por nuestro tubo digestivo ni sobre nuestra presión arterial.

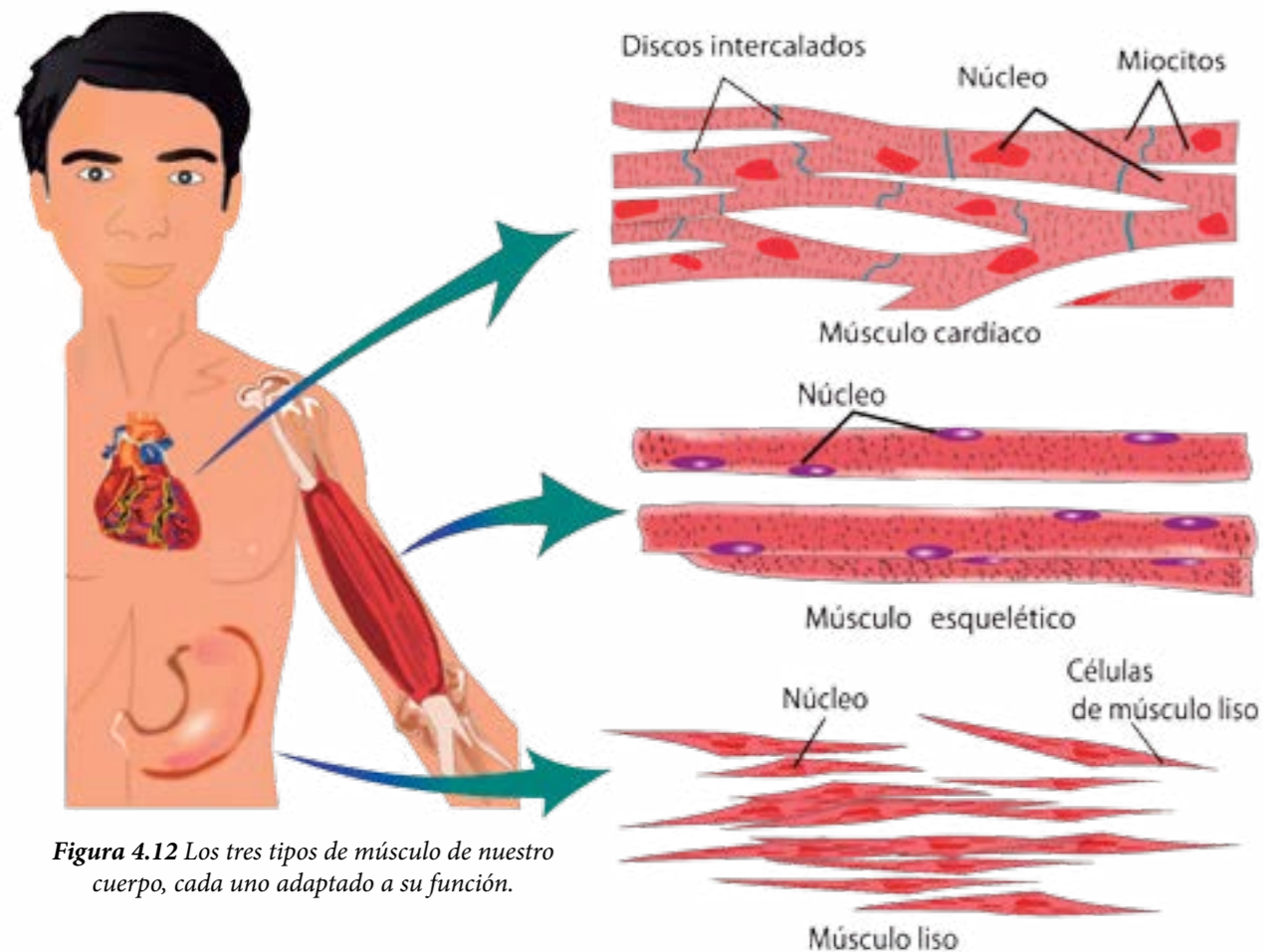


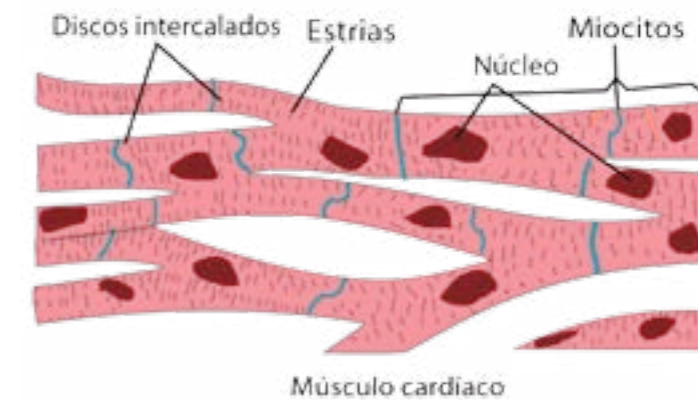
Figura 4.12 Los tres tipos de músculo de nuestro cuerpo, cada uno adaptado a su función.

Los músculos lisos actúan en forma lenta, pero la contrapartida es que no se fatigan con facilidad sino que pueden permanecer contraídos durante largos períodos.

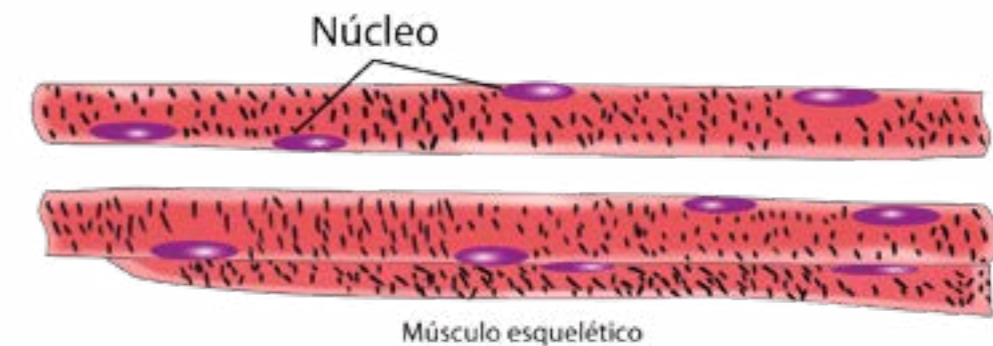
Para saber más...

Durante la risa usamos un total de 12 músculos de la cara. Esto genera beneficios como la liberación de la tensión muscular acumulada tanto a nivel superficial como en la musculatura profunda de la cara, el diafragma y los abdominales. Por ello últimamente se ha desarrollado la risoterapia.

El músculo cardíaco se encuentra sólo en el corazón de los vertebrados. Tiene apariencia estriada aunque con ramificaciones y, como sabemos, es imposible controlar voluntariamente sus contracciones. De hecho, tiene un ritmo propio de 72 latidos por minuto, aunque los impulsos nerviosos pueden acelerarlo o retardarlo. Se contrae con rapidez y es prácticamente infatigable: no deja de latir desde antes de nuestro alumbramiento hasta la muerte, aunque hay un breve descanso entre latido y latido.



A pesar de que son diferentes en su estructura y función, los tres tipos de músculos comparten tres características clave: son capaces de contraerse, de alargarse y de volver a su longitud original luego de haber sido extendidos. Ningún otro tejido del cuerpo puede hacer lo mismo.



Para saber más...

Nuestros músculos son de color rojo porque tienen bastante mioglobina, un pigmento similar a la hemoglobina de la sangre y que, al igual que ella, permite transportar oxígeno. La carne blanca, como la de la pechuga del pollo, tiene menos mioglobina.



¿Podemos cuidar mejor nuestros músculos y huesos?

Te invitamos a realizar un estudio acerca de cómo cuidan los integrantes de tu comunidad escolar sus músculos y huesos.

¿Qué necesitas?

- Papel y lápiz.
- Computadora e impresora (opcional) y servicio de fotocopiado (opcional).
- Fuentes de información impresas y electrónicas.

¿Cómo lo harán?

Tus compañeras y compañeros del liceo se encuentran en edades clave para el cuidado de su sistema óseo-muscular. ¿Qué hacen al respecto? A fin de investigarlo pueden elaborar una encuesta entre toda la clase, y luego aplicarla. Para preparar las preguntas, sugerimos: obtener información, elaborar propuestas por equipo, y discutir las en reunión general hasta llegar a un único instrumento de consenso. Luego, por parejas pueden aplicar el instrumento. Sugerimos que ustedes lleven un guión de preguntas para plantearlas en entrevistas. Muchas preguntas pueden ser "de marcar", junto quizás a un par de preguntas abiertas. Un total de 60 a 70 encuestados resulta factible de manejar, pero no es cuestión de preguntar al primero que cruce por el pasillo: determinen una muestra equilibrada según género y año de estudio. Organicen sus resultados en tablas y gráficos, sumando datos de todos los encuestadores, interprétenlos y lleguen a conclusiones.

Esta actividad de investigación puede continuarse con una acción comunitaria. En efecto, a partir de los resultados obtenidos ustedes pueden desarrollar iniciativas para educar a las compañeras y los compañeros de su plantel acerca de la importancia de cuidar sus huesos y músculos y para estimularlos a mejorar sus hábitos al respecto. No basta simplemente con pegar unos cuantos afiches en el liceo, piensen en campañas creativas, juegos, concursos, demostraciones, dramatizaciones... El reto es lograr transmitir el mensaje y motivar hacia las buenas prácticas, sin molestar ni obligar a nadie.

El movimiento en detalle: filamentos de proteína que se deslizan unos sobre otros

Una cirujana operando las cataratas del ojo de una persona, un basquetbolista encestando la pelota desde lejos, una bailarina girando sobre el escenario, un albañil trabajando en un andamio a muchos metros del suelo: sus movimientos, tan diferentes, nos permiten apreciar las capacidades del cuerpo humano. Incluso las de nuestro propio cuerpo, pues también nosotras y nosotros podemos realizar movimientos muy variados y precisos. Pero, ¿qué pasa realmente dentro de los músculos para permitir el movimiento? ¿Cómo es que un músculo se contrae? Las científicas y científicos todavía están investigando para responder cabalmente estas preguntas. Pero tenemos ya algunas respuestas básicas, especialmente sobre los músculos estriados.

Cada músculo estriado está formado por paquetes de fibras, encerrados en bolsas de tejido conectivo. Si se ven al microscopio, se aprecia que cada paquete o haz muscular está a su vez formado por un conjunto de células musculares alargadas. Y cada célula muscular tiene dentro numerosas fibras más delgadas que se llaman miofibrillas. Esta estructura de fibras dentro de fibras y dentro de fibras sigue, porque si las miofibrillas se estudian a una escala más pequeña se aprecia que están constituidas principalmente por dos proteínas: actina y miosina, que se disponen como filamentos una al lado de la otra. Cada filamento grueso de miosina está rodeado por seis filamentos finos de actina.

Supongamos que quieres comerte un mango que tienes en la mano. De tu cerebro parte la orden de acercar el mango a la boca, esta orden activa los nervios correspondientes hasta estimular a las neuronas que controlan a los músculos del brazo. Ellas liberan sustancias que a su vez estimulan a las células musculares, produciendo cambios en su composición química. Cuando esto ocurre, los filamentos de actina se deslizan sobre los de miosina en cada célula muscular y como resultado el músculo bíceps se acorta. Así muerdes el mango, ¡gracias ahora a otros músculos: los de la mandíbula! Al terminar la estimulación, el músculo se relaja. Usualmente, no todas las células de un músculo se contraen al mismo tiempo, sino que el movimiento es más gradual. Cada neurona controla a un grupo de células musculares, estas sí se contraen juntas.

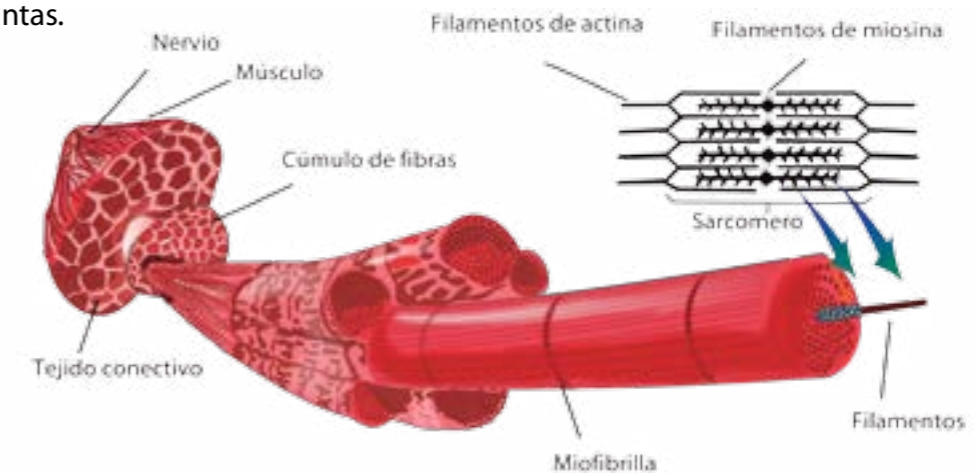
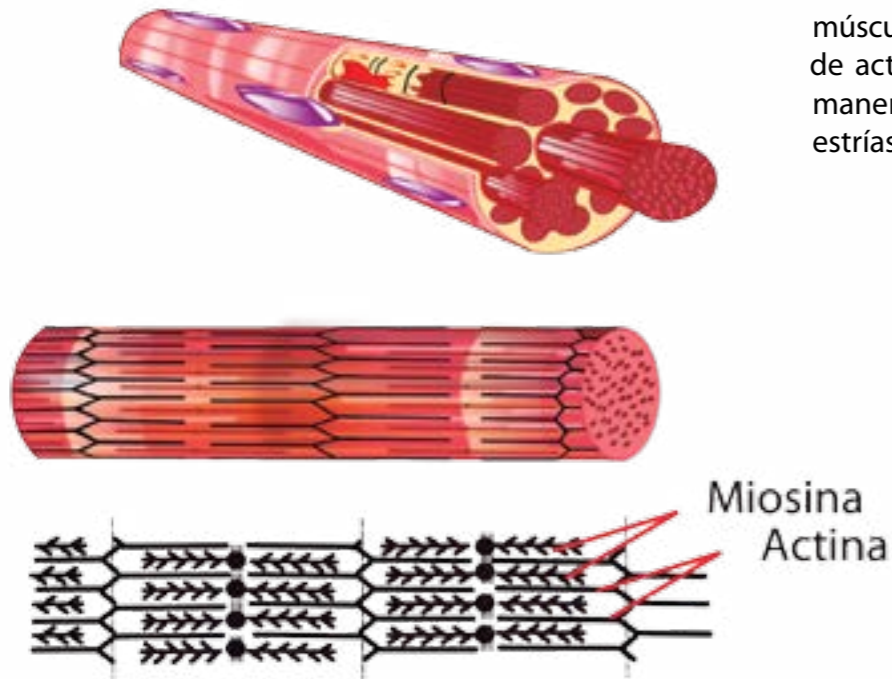


Figura 4.13 El músculo por dentro. También hay nervios que controlan las contracciones y vasos sanguíneos que transportan sustancias energéticas y reparadoras.



Se estima que el mismo mecanismo de la contracción opera en los otros tipos de músculo, aunque en el liso los filamentos de actina y miosina no se disponen de manera tan precisa y por ello no hay estrías.

Figura 4.14. A partir de los datos de investigaciones, los científicos han propuesto un modelo para explicar cómo trabajan los filamentos de las proteínas miosina y actina en el músculo. Los filamentos de miosina tienen unas proyecciones como "puentes" que al activarse se unen a los filamentos de actina y los van deslizando. Estas estructuras son microscópicas, aquí el dibujo de la fibra muscular está aumentado como 400 veces y el de los filamentos más de 40.000 veces.

Larga vida de una hipótesis controvertida

La explicación fundamental de cómo se contraen los músculos estriados la desarrollaron entre 1953-1954 Hugo Huxley (1924) y Jean Hanson (1919-1973), un científico y una científica británicos que entonces trabajaban en una universidad de Estados Unidos. Todavía hoy están vigentes sus postulados básicos. Ya anciano, Huxley ha explicado que quizás su éxito se debió a dos factores: la buena definición del problema y el aprovechamiento de técnicas novedosas. En efecto, ellos utilizaron nuevos equipos para estudios con rayos X y con microscopio óptico, y modernos métodos y sustancias para preparar las láminas destinadas al microscopio electrónico. Así fue como vieron los filamentos gruesos y finos parcialmente superpuestos formando en conjunto como bandas claras y oscuras, con las oscuras todavía más oscuras en el músculo contraído. A partir de las microfotografías que obtuvieron y de otros datos, avanzaron su hipótesis de los filamentos deslizantes.

El tiempo les dio la razón, aunque en su momento muchos rechazaron la propuesta. Por ejemplo, en un simposio científico de esa época, Jean Hanson recibió críticas hasta de un famoso Premio Nobel, y algunos testigos la recuerdan gritando: "¡Sé que no puedo explicar el mecanismo todavía, pero el deslizamiento es un hecho!". Ella estaba convencida de lo correcto de su hipótesis. Hanson murió a los 54 años en plena producción, luego de una meningitis. Sus discípulas y discípulos la recuerdan aún hoy con especial cariño, por su generosidad y su preocupación por ayudarlos.

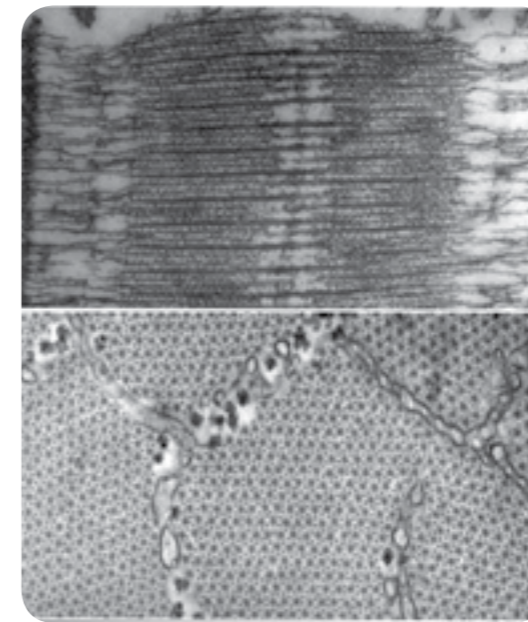


Figura 4.15. Esta microfotografía electrónica de músculo estriado fue preparada por Hugo Huxley y publicada en 1957. Se aprecian las bandas formadas por los dos tipos de filamentos, miosina (grueso) y actina (fino), en parte superpuestos. El corte de arriba es una vista longitudinal, es decir, a lo largo, donde se ven incluso los "puentes" entre filamentos. El corte de abajo es transversal (a lo ancho de la miofibrilla): aquí los filamentos se ven como formando una trama, los de miosina como puntos gruesos y los de actina como puntos más pequeños (piensa en un conjunto de lápices visto a lo largo y transversalmente). En el medio de esta trama se ven también los cortes de otras estructuras de la miofibrilla. Compara esta fotografía con el dibujo que presentamos anteriormente.

Fuente: Hugh Huxley. *Biología molecular de la célula*.

La contracción de los músculos se sigue investigando pues hay muchos aspectos por aclarar. Precisamente, en el Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), un equipo de científicos y científicas estudia este tema desde hace más de treinta años. Para ello utilizan músculos de arañas tarántulas, que son más fáciles de observar y manejar. El complejo mecanismo estudiado es el mismo en arañas, ratones o seres humanos. Los logros alcanzados se han presentado en revistas especializadas y en reuniones científicas a lo largo de estas décadas. La labor del grupo ha permitido conocer mucho mejor la estructura de los filamentos de miosina y cómo la misma cambia durante la contracción de los músculos, permitiendo el deslizamiento de los filamentos de actina.

La investigación tiene también aplicaciones. Por ejemplo, algunas personas presentan mutaciones en sus genes que afectan a los filamentos de miosina, limitando su funcionamiento y haciendo que el corazón no pueda trabajar adecuadamente. Para compensar el defecto el corazón se agranda, de manera de tener más músculo y seguir funcionando, y este corazón engrosado y enfermo implica graves problemas. Comprender mejor lo que sucede a nivel molecular puede ayudar en el tratamiento de tales pacientes.



Figura 4.16. El doctor Raúl Padrón trabajando en un microscopio electrónico del IVIC, donde junto a Lorenzo Álamo, Antonio Pinto, Aivett Bilbao, Gustavo Márquez y otras y otros colaboradores han desarrollado estudios sobre el funcionamiento de los músculos.

Una máquina que mejora con el uso... aunque también se fatiga

Cuanto más usamos un músculo aumenta su tamaño y su fuerza, y más trabajo puede realizar. Esto contrasta con cualquier máquina que fabriquemos con acero u otro material supuestamente duradero, la cual se desgasta con el uso. Por otra parte, un músculo que no se utiliza se atrofia: el ejercicio habitual nos permite tener músculos fuertes y funcionales. A pesar de su eficiencia, al contraer los mismos músculos durante demasiado tiempo nos cansamos. Diversas razones, todavía en estudio, pueden causar la fatiga, y varían según el ejercicio sea prolongado y suave o breve e intenso.

Una razón es que el cerebro puede reducir su estimulación a los músculos, lo cual posiblemente es un mecanismo protector para evitar que las fibras musculares se desgarran. También, ya en el propio músculo, hay problemas cuando se agotan las sustancias energéticas, o cuando se acumulan ciertos residuos. El trabajo de los músculos consume energía, la cual obtenemos de grasas o azúcares al combinarlos con oxígeno, pero si el ejercicio es intenso no le da tiempo a la sangre de acarrear suficiente oxígeno al músculo. Entonces, el organismo utiliza otro camino y a partir del azúcar glucosa se producen reacciones químicas sin oxígeno que generan algo de energía y ácido láctico. Antes se creía que era el exceso de ácido láctico en el músculo lo que producía fatiga. Hoy se cuestiona esta idea y se proponen otras causas, como el exceso de fosfato o la pérdida de calcio. Se sigue investigando.



Figura 4.17. El ejercicio intenso llega a producir fatiga muscular. La persona necesita jadear, para tomar más oxígeno que permita regenerar las sustancias energéticas utilizadas.

Aunque no nos estemos moviendo, nuestros músculos siempre se encuentran algo contraídos, dando lo que se llama el tono: por ejemplo, al sentarnos no nos derrumbamos sobre una silla con la boca caída sino que tenemos una postura. Y para mantenernos de pie contraemos un poco los músculos tanto de la parte de adelante como de la de atrás de las piernas.



Gastrocnemio (gemelos)

Figura 4.18 Algunos de los músculos más grandes de nuestro cuerpo son muy fuertes. Cuando una bailarina de ballet se pone de puntillas sobre una sola pierna su músculo gastrocnemio de la pantorrilla (comúnmente llamado "gemelos") ejerce una fuerza de unos 360 kilogramos.

Paralizando con curare

Tradicionalmente, diversas comunidades indígenas del Amazonas han cazado usando flechas o dardos impregnados de curare: el animal herido cae paralizado y muere en minutos. El veneno se prepara a partir de varias plantas de ciertas familias, quedando una pasta de color oscuro de efecto muy poderoso. ¿Cómo actúa? Luego de entrar por la herida las sustancias venenosas viajan a través de la sangre y se distribuyen por todo el cuerpo, llegando a los espacios entre las neuronas y las miofibrillas. Su acción impide que el estímulo nervioso se transmita de unas a las otras. Como las células musculares no son estimuladas, se paralizan. La muerte ocurre por asfixia al no trabajar los músculos respiratorios.

Pero luego las y los indígenas se comen a su presa, por ejemplo, un báquiro. ¿Cómo es que el veneno no los afecta? La respuesta es que no atraviesa el tubo digestivo.

Hoy sabemos que el efecto del curare se debe a varios alcaloides presentes en él. Derivados de los mismos, sintetizados en el laboratorio, se utilizan en la medicina actual como relajantes musculares.



Aprendiendo sobre músculos y huesos con especialistas

Entrevistando a expertas y expertos podemos profundizar en el conocimiento de nuestros huesos y músculos. Por equipos, decidan a quién pueden entrevistar. Preparen las preguntas con cuidado y revísenlas con su profesora o profesor. De ser posible, graben su entrevista (no debería durar más de 15-20 minutos), o bien anoten por turnos, para no cansarse. Traten de sacar fotografías de su entrevistado o entrevistada y de equipos o ambientes de su trabajo. Editen su entrevista y publíquenla en una cartelera o un espacio digital de su institución. Presenten también sus resultados en reunión general de clase. Algunos posibles entrevistados o entrevistadas: entrenadoras o entrenadores deportivos, maestros o maestras de danza, médicas o médicos traumatólogos, fisioterapeutas, investigadoras o investigadores del área, innovadoras o innovadores que diseñan prótesis, técnicos que las elaboran...

Las y los estudiantes del curso pueden también aportar sus experiencias en la práctica de deportes, danza, teatro y otras actividades que involucran movimiento corporal.

Salud integral y sistema óseo-muscular

Huesos y músculos bien desarrollados son parte de nuestra salud integral, y los construimos desde la infancia. En su vejez y ya inválido, el gran poeta Walt Whitman (1819-1892) recordaba cuando sus fuertes piernas le permitieron caminar por campos y ciudades de su país, observando a las gentes, paisajes, plantas y animales y escribiendo su obra. Hoy, con mayor control de diversas enfermedades, podemos aspirar a disfrutar de buena salud aún siendo ancianas o ancianos, si nos cuidamos desde temprano. Recordemos que el organismo es una unidad y el buen o mal estado de un sistema corporal repercute en todos los demás: por ejemplo, con buenos huesos podemos hacer ejercicio y favorecer así a nuestro corazón y pulmones, lo cual a su vez permite un mejor riego sanguíneo de todos los restantes órganos.

Una alimentación rica en calcio es clave para el desarrollo de nuestro sistema óseo, por eso son muy importantes las políticas públicas que aseguran el acceso de toda la población, especialmente de las niñas y niños, a los alimentos esenciales. De nuestra parte está preocuparnos por consumir leche, yogur, queso y vegetales de hoja verde, evitando comer con refrescos y chucherías, que no nos aportan lo que necesitamos. El ejercicio cotidiano es otro factor primordial: para los más pequeños se cumple con el juego activo, en la adolescencia implica caminata, bicicleta, o la práctica de algún deporte de grupo, entre otras posibilidades. Busca la alternativa que más te agrade y que te sea más factible, y trata de disfrutarla varias veces por semana. En nuestras ciudades necesitamos parques, espacios deportivos, bulevares, piscinas y otras facilidades donde ejercitarnos diariamente. Como ciudadanas y ciudadanos debemos preocuparnos y luchar por ello.



*La sensación de la salud, la plenitud del
medio día, mi
canto al levantarme de la cama y saludar
al sol.
Walt Whitman, Hojas de hierba.*

Figura 4.19. El contacto con la naturaleza, el ejercicio, una alimentación adecuada y el compartir sanamente nos ayudan a alcanzar una salud integral y a vivir una mejor vida.

Fotografía: Oswaldo Royett Marcano.



Actividades de autoevaluación

1. Con palabras, flechas y pequeños dibujos resume en un cuadro las funciones que cumplen los huesos en nuestro organismo. Inventa tus dibujos propios, que te ayuden luego a recordar.
2. Observa un modelo o una lámina del esqueleto humano. Busca algunos huesos y ubícalos en tu propio cuerpo. Analiza y responde las siguientes interrogantes: ¿sientes tu columna vertebral?, ¿la clavícula?, ¿el esternón?, ¿la rótula?, ¿la tibia?, ¿el radio? ¿La nariz tiene hueso? ¿Y las orejas?
3. Sentada o sentado en un pupitre o frente a una mesa, apoya la palma de la mano en la parte de abajo de la mesa. Empuja hacia arriba. Con la otra mano, siente los músculos del brazo. Pon ahora la palma de la mano sobre la mesa y empuja hacia abajo. ¿Qué pasa con los músculos del brazo? Mueve la pierna hacia delante y hacia atrás sintiendo los músculos de la parte de arriba y de abajo del muslo. Explica lo que observaste, a partir de lo que has aprendido sobre los músculos.
4. Hay una balsa grande anclada en medio de un estanque. En ella, una fila de hombres a cada lado empuja unos troncos con unas varas, de manera que los troncos se mueven paralelos a la balsa y hacia su centro. Si comparamos esta situación con la propuesta de los filamentos deslizantes en el músculo, ¿qué representa cada uno de los elementos mencionados? Por supuesto, esta comparación es sólo muy aproximada.



5 La ecología y la salud de nuestro planeta: poblaciones, comunidades, ecosistemas

En lecturas anteriores pudiste conocer los procesos de la función de relación, que permite a los seres vivos detectar los cambios que se producen en el ambiente y responder ante ellos.

Pero los organismos no están aislados. Si examinas con detalle cualquier paisaje, como las orillas de un río de los llanos, encontrarás que los organismos que se encuentran ahí se relacionan con organismos semejantes en agrupaciones llamadas **poblaciones**. Por ejemplo, una población de garzas de las orillas del río llanero. Diferentes poblaciones del mismo lugar interactúan unas con otras, constituyendo una **comunidad**. En cada comunidad ocurren una serie de interrelaciones que incluyen no sólo a los factores bióticos, es decir los referidos a los seres vivos, sino también a los abióticos, los referidos a entes sin vida, como la luz o el agua. Todo ello origina flujos de materia y de energía y constituye en conjunto una unidad integral denominada **ecosistema**.

Un ecosistema puede ser tan pequeño como un leño caído o tan grande como la **biosfera**, es decir, el ecosistema global, formado por todos los ecosistemas del planeta Tierra. De esta manera, la **Ecología** estudia las interacciones que ocurren entre los cinco niveles de organización de la materia que hemos mencionado: organismos o individuos, poblaciones, comunidades, ecosistemas y biosfera. En esta lectura abordaremos los tres primeros. El estudio de estas interacciones es de vital importancia para lograr la salud y el bienestar no sólo de la población humana, sino de todo el planeta.



Figura 5.1.

En lecturas anteriores estudiaste los procesos relacionados con la función de relación, la cual permite a los seres vivos detectar los cambios que se producen en el medio, tanto interno como externo, y responder ante ellos. A continuación estudiaremos con más detalle las interacciones de energía y materia que ocurren entre los organismos con el ambiente (el cual incluye factores vivos y no vivos). Este es el objeto de la ecología. Independientemente de dar una definición precisa, la esencia de la ecología se encuentra en la multitud de mecanismos abióticos y bióticos e interrelaciones implicadas en el movimiento de energía y nutrientes, que regulan la estructura y la dinámica de la población y de la comunidad.

Si examinas con detalle cualquier paisaje, como las orillas de un río de los llanos, encontrarás que los organismos que se encuentran ahí no están aislados, sino que viven en agrupaciones con otros organismos semejantes llamadas poblaciones, donde interactúan con individuos de la misma especie. Diferentes poblaciones interactúan unas con otras, constituyendo una comunidad. Pero la comunidad interactúa también con el ambiente físico, originando un flujo de materia y energía, formando con este una unidad integral denominada ecosistema. Un ecosistema puede ser tan pequeño como un leño caído o tan grande como la Biosfera, que podría definirse como el ecosistema global, constituido por la unión de los ecosistemas considerados a una escala menor. De las interacciones en la biosfera hablaremos en una lectura posterior.

De esta manera, la ecología está relacionada con las interacciones entre cinco de los niveles de organización de la materia: organismos, poblaciones, comunidades, ecosistemas y biosfera. El estudio de estas interacciones ha adquirido una importancia capital para lograr la salud y el bienestar no solo de la población humana, sino de todo el planeta.

Poblaciones: sistemas cambiantes

Una población está formada por los individuos de la misma especie que puede tener descendencia fértil y viven en un área particular en un momento dado. La población es la unidad que se emplea para determinar los cambios numéricos en un ecosistema.

Las poblaciones poseen propiedades particulares, ya que constituyen un nivel de organización superior al de organismo. Podrás notar, a medida que avances en la lectura, que estas propiedades dependen de las características de los organismos que constituyen las poblaciones. La estructura de las poblaciones se caracteriza por dos componentes fundamentales: la **distribución en el espacio** o ubicación de los individuos de la población en el ambiente, y la **densidad** o abundancia en individuos.

La **distribución espacial** de la población depende de una serie de factores, como la forma en que los individuos disponen de los recursos del ambiente, su comportamiento reproductivo, el número de descendientes y la forma en que cuidan de estos, entre otros. Podemos encontrar tres casos principales de distribución espacial, de los cuales hablaremos a continuación.

Distribución espacial:



a. Distribución al azar. Si tomas un puñado de semillas y las lanzas de espaldas a un piso de losas cuadradas, verás que se disponen de manera parecida a la que se muestra en la letra (a) de la figura 5.2. Esta distribución la denominamos al azar. Cuando el ambiente es uniforme y los organismos no tienden a agregarse, los organismos tienen una distribución semejante a esta, como en el caso de los árboles y otras plantas de la selva tropical.

b. Distribución uniforme. Si ahora colocas cada semilla en una losa letra (b) de la figura 5.2 tendrás una distribución uniforme; observa que hay una distancia relativamente constante entre las semillas. Las plantas cultivadas por los seres humanos, los animales que establecen territorios y las plantas del desierto que producen unas sustancias que inhiben la germinación de semillas de su misma especie, presentan esta distribución.

c. Distribución agregada. Es la que obtienes si colocas las semillas en montoncitos, como en la letra (c) de la figura 5.2 es la distribución más generalizada entre las poblaciones, y obedece fundamentalmente a la dispersión heterogénea de los recursos en el ambiente y a la tendencia social de ciertas especies a agruparse, lo que da una mayor protección contra el ataque de los depredadores y facilidad para conseguir pareja. Sin embargo presenta desventajas, como un incremento en la competencia por la obtención de recursos en el medio. Ejemplos de esta distribución son los agrupamientos familiares, manadas, o cardúmenes para el caso de los peces.

Figura 5.2. Tipos de distribución espacial.

La **densidad** de una población es una expresión de su tamaño, y se puede expresar como el número de individuos por unidad de superficie o de volumen. También puede expresarse en términos de biomasa por unidad de superficie o volumen. Por ejemplo, podrías expresar la densidad de la población de flamencos de la figura 5.3, la de la bora (lirio de agua) que crece en el río o la densidad de las microscópicas diatomeas como flamencos por kilómetro cuadrado, toneladas de bora por metro cuadrado y como diatomeas por centímetro cúbico, respectivamente.



Figura 5.3. La densidad de una población es una expresión de su tamaño

Para calcular la densidad D de una población, entonces, se divide el número (o biomasa) de individuos presentes N por el espacio E (área o volumen) que ocupan:

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Número_Individuos}}{\text{Espacio (área o volumen)}}$$

$$D = \frac{N}{E}$$

El tamaño de la población, independientemente de la forma como se exprese, depende de forma directa del número de nacimientos o **natalidad** y de muertes o **mortalidad** que en ella ocurren, así como del tiempo medio de sobrevivencia de los organismos. Veamos estos parámetros con más detalle.

La **natalidad** es la propiedad de aumento de la población, y se expresa como el número de nacimientos vivos por unidad de tiempo. En el caso de poblaciones humanas, el **índice de natalidad** se expresa como números de nacimientos por cada 1.000 individuos por año. En una población de moscas, en cambio, se expresaría como número de moscas adultas que salen de sus pupas por semana.

Suele distinguirse entre una **natalidad máxima o potencial** y una **natalidad ecológica** (o simplemente **natalidad**). La natalidad máxima es el número teórico de nacimientos por unidad de tiempo en condiciones ambientales donde los factores limitantes son únicamente fisiológicos; es un número constante para cada población en particular, pues depende de la capacidad de reproducción de la especie. Por ejemplo, las mujeres en edad fértil podrían tener un hijo cada nueve meses. Una pareja de ratones, por su parte, se puede reproducir seis veces al año, produciendo unas seis crías en cada camada. La natalidad ecológica, en cambio, es el aumento de individuos en condiciones reales: la verdad es que no todas las mujeres en edad fértil de una población tienen un hijo cada nueve meses, ni todas las ratonas adultas tienen treinta y seis hijos al año.

El **índice de mortalidad** permite expresar el número de muertes con respecto a la población total por unidad de tiempo. Se habla de una **mortalidad mínima**, cuando se refiere al número de individuos que perecerían en unas condiciones ideales, debido únicamente al envejecimiento natural, y una **mortalidad ecológica** o simplemente **mortalidad**, cuando varía según la población y las condiciones reales. Por ejemplo, los seres humanos podríamos vivir hasta 120 años; sin embargo, muy pocos individuos alcanzan esa edad, ya que existen ciertas condiciones sociales, económicas y políticas de vivencia de los seres humanos que afectan la longitud de su existencia.

La **tasa de crecimiento** de una población se refiere a la diferencia entre el índice de natalidad y el índice de mortalidad. Si el número de individuos que nacen en una población durante un período determinado es superior al número de individuos que mueren, la población aumenta. Si la mortalidad es mayor que la natalidad, la población disminuye. Cuando ambas tasas son iguales, el tamaño de la población permanece estable.

Puedes observar en la figura 5.4 que mientras que la tasa de mortalidad en Venezuela se mantuvo más o menos constante entre el año 2000 y 2010, la tasa de natalidad alcanzó un valor máximo en 2005 y empezó a disminuir a partir de esa fecha. La diferencia entre ambos por cada año define el **crecimiento natural** y en un gráfico se representa como el área entre las dos curvas.

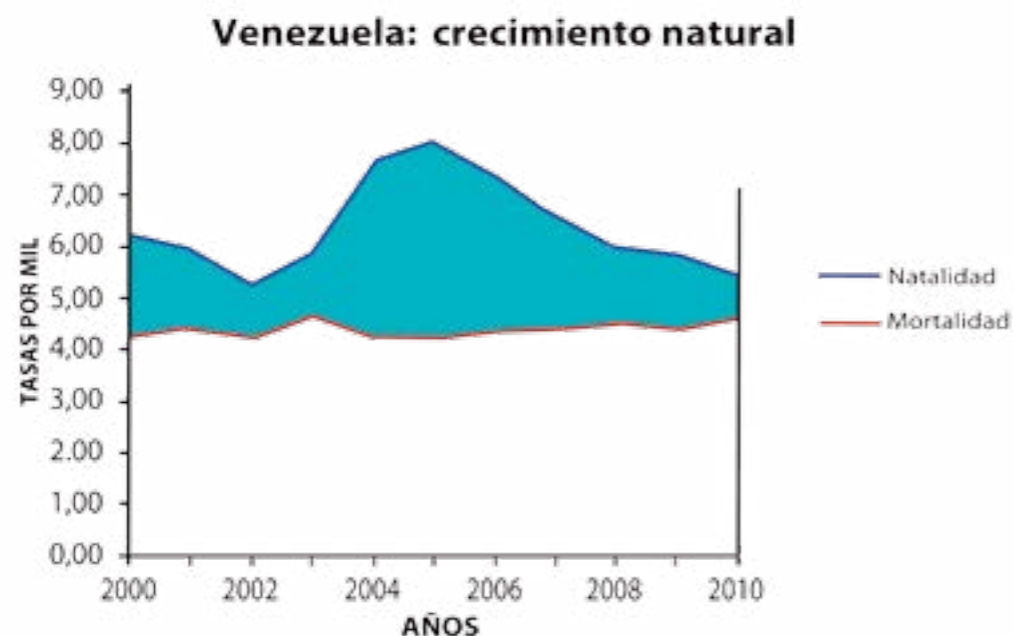


Figura 5.4

■ Crecimiento natural de la población venezolana 2000-2010. Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE).

En el ambiente, las poblaciones no pueden crecer indefinidamente. El crecimiento poblacional está relacionado con la densidad de la población y el flujo total de energía del ecosistema, es decir, la cantidad de recursos disponibles (alimentos, espacio, agua, entre otros) para todos los individuos de la población.

Existen poblaciones que aumentan muy rápidamente, debido a que su tasa de crecimiento es constante como es el caso de las plantas de bora, que duplican el tamaño de su población en el estanque donde habitan cada diez días. Al principio esto no causa problemas, pero con el transcurso del tiempo el número de plantas sobrepasa las posibilidades de nutrientes y el espacio del lugar, afectando a los otros seres que allí viven. Este tipo de crecimiento se denomina **crecimiento exponencial**.

Otro tipo de poblaciones no crecen hasta agotar los recursos, sino que cuando alcanzan cierto tamaño, permanecen más o menos constantes a lo largo del tiempo. Puedes observar un ejemplo de este tipo de crecimiento en la figura 5.5, que representa el establecimiento de una población de ovejas en Tasmania, una isla al sureste de Australia.

Al principio, cuando se introdujeron las ovejas en esta isla, la población creció lentamente; posteriormente, la tasa de crecimiento aumentó hasta que los recursos de la isla comenzaron

a escasear y la tasa de crecimiento disminuyó hasta mantenerse cerca de un nivel de equilibrio (alrededor de 1,6 millones de ovejas). Este nivel de equilibrio, que representa la cantidad de individuos de la población que el ambiente puede soportar, se denomina **capacidad de carga** o **capacidad de porte**.

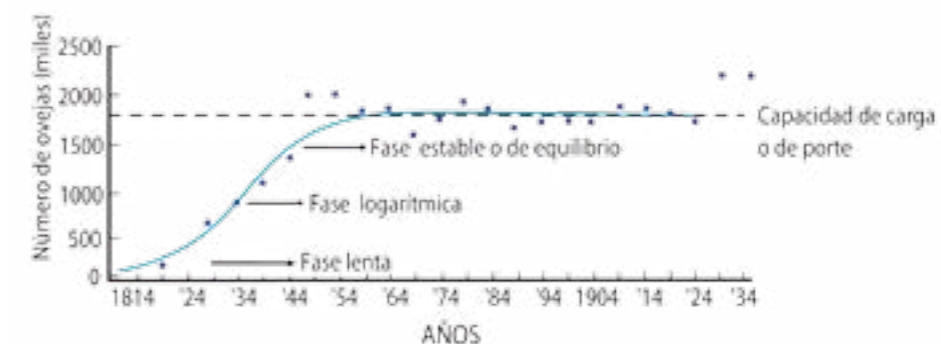


Figura 5.5. Crecimiento de una población de ovejas que alcanzó un nivel de equilibrio.

En cuanto al crecimiento de la población humana, en la figura 5.6 se muestra el crecimiento de la población venezolana según los datos de los censos realizados en nuestro país desde 1873. Puedes observar que la población ha crecido continuamente, pero no a un ritmo constante. La menor tasa de crecimiento se registró en 1920, y fue de 0,4%. A partir de esa fecha, la tasa de crecimiento tiene una tendencia a aumentar, alcanzando un máximo de 4% en 1961, es decir diez veces más que en 1920. Este período coincide con el auge petrolero, que significó grandes cambios políticos, sociales y económicos. Las condiciones de salubridad mejoraron, por lo que la mortalidad disminuyó. Sin embargo, en años posteriores la tasa de crecimiento disminuye hasta llegar a 1,6% para 2011 (menos de la mitad de la tasa de 1961), lo que parece relacionarse con una tendencia a controlar el número de nacimientos en algunos sectores de la población, en especial, la urbana.



Figura 5.6. Crecimiento de la población venezolana Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE).

Las poblaciones no suelen estar aisladas en el espacio donde viven, así que los individuos pueden desplazarse de una región (**emigración**) para formar parte de una población en otra región (**inmigración**), proceso que se conoce como **migración**. La inmigración tiende a aumentar la densidad de la población receptora, mientras que la emigración puede hacer que la densidad de la población de origen disminuya.

De modo que la tasa de crecimiento de la población venezolana debe incluir también la **tasa de migración** de la población (inmigración-emigración), aunque esta es relativamente pequeña. También se denomina migración al desplazamiento periódico (con retorno) de una población, como el caso de algunas aves que vienen a nuestro país desde Norteamérica durante el invierno del hemisferio norte y regresan a su lugar de origen en la primavera.



Investiguemos una población

A veces encontramos en nuestra casa harina, arroz, pasta o granos “picados”, es decir, infestados de escarabajos de la harina o gorgojos que se alimentan de estos productos. Si tú o tus compañeras y compañeros pueden disponer de un paquete de este producto dañado, sería una excelente oportunidad de observar el comportamiento de una población.

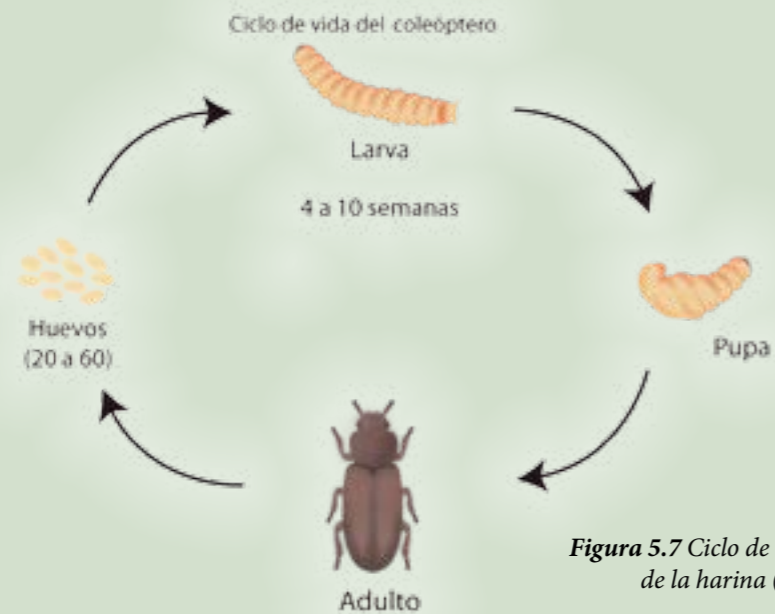


Figura 5.7 Ciclo de vida del escarabajo de la harina (coleóptero).

Aunque los escarabajos o gorgojos, como todos los coleópteros, pasan por diversas etapas (huevo, larva, pupa y adulto), sólo vamos a estudiar los adultos de la población, por ser más fáciles de observar.

Este estudio tal vez requiera algunos meses, por lo que podrías comenzar esta investigación con un equipo de compañeras y compañeros a comienzos del año escolar y elaborar el informe al final.

¿Qué necesitamos?

- Cuaderno y lápiz.
- Un paquete de harina u otro producto “picado” (el llamado “arroz para perros” con frecuencia tiene gorgojos).
- Una mezcla formada por partes iguales de harina de maíz y harina de trigo.
- Algodón.
- Un recipiente de plástico con tapa (como el de los alimentos para niños).
- Un colador.
- Pinceles finos.

¿Cómo lo haremos?

- Cuelen con cuidado el paquete “picado” y seleccionen las larvas con ayuda de un pincel fino, descartando los adultos. Las larvas parecen unos “gusanitos” de color amarillento, con bandas más oscuras, de más o menos 2 mm de largo (según la especie).
- Coloquen la mezcla de harinas hasta una cuarta parte del recipiente.
- Introduzcan las larvas, previamente contadas, dentro del recipiente.
- Guarden el recipiente tapado en un lugar fresco y seco.
- Cada dos semanas, cuelen toda la mezcla del recipiente y cuenten el número de adultos vivos que encuentren. Utilicen el pincel para manipularlos.
- Devuelvan todo el contenido (insectos y mezcla) al recipiente después de contarlos.
- Calculen la tasa de crecimiento de la población (r_t) para cada semana t de la siguiente manera:

$$r_t = N_t - N_{t-1}$$

donde N_t es el número de insectos que contaste esa semana y N_{t-1} el número de insectos que contaste la semana anterior.

- Registra tus datos en la siguiente tabla:

Semana (t)	Número de adultos (N_t)	Tasa de crecimiento (r_t)	Observaciones
0	0	-	(Número de larvas con las que empezaste)
2			
4			
...			

Analizamos los resultados

- Elaboren una gráfica para representar el crecimiento poblacional. En el eje horizontal coloquen el tiempo en semanas, y en el eje vertical el número de insectos adultos.
- ¿Qué interpretación pueden hacer de la gráfica obtenida?
- ¿Cómo es la tasa de crecimiento?
- Mencionen algunos factores que pueden limitar el crecimiento de su población de gorgojos.

Comunidades: poblaciones que interactúan

La figura 5.8 representa un paisaje del fondo marino venezolano. Observa a la distancia peces nadando, también esponjas (con forma de tubos color lila) y diversos corales fijos en el sustrato, unos en forma de ramas y otros parecidos a piedras.

Estos organismos (y otros que no puedes captar en la foto, como aquellos microscópicos que forman el plancton que está en suspensión), no son simplemente poblaciones que viven juntas, sino que interactúan continuamente entre sí para obtener alimento, o ser alimento de otros, o compitiendo con otros organismos para conseguir refugio u otros beneficios. En otras palabras, forman una **comunidad**, constituida por el conjunto de poblaciones que se interrelacionan entre sí y que viven en un área particular o **hábitat**. Esto quiere decir que son poblaciones que se afectan mutuamente de diversas maneras, formando un sistema integrado.



Figura 5.8. Comunidad en el fondo de mar.
Fuente: Ministerio del Poder Popular para el Ambiente (2010).

El estudio de las relaciones entre poblaciones es importante para comprender en mayor profundidad sus propiedades (como densidad y disposición espacial) y los mecanismos que determinan sus cambios numéricos.

Todas las interacciones de unas especies son las relaciones que se establecen con los **factores bióticos**. Algunos **factores bióticos** se consideran **positivos**, lo que significa que hacen que las poblaciones aumenten su tasa de crecimiento; otros son **negativos**, cuando la disminuyen; o son **neutros**, si la tasa de crecimiento no se ve afectada. Podemos establecer entonces un código simple para representar las interacciones entre dos especies con los signos “+” (positivo), “-” (negativo) o “0” (neutro), según como sean afectadas por la interacción. La tabla 5.1 resume las características de seis categorías simples de interacciones.

Tabla 5.1. Interacciones entre poblaciones

Interacción	Especie 1	Especie 2	Descripción	Ejemplos
Amensalismo	0	-	La especie 1 afecta negativamente a la especie 2, sin que la primera se vea afectada	Hongo <i>Penicillium</i> y bacterias
Competencia	-	-	Ambas especies se ven afectadas negativamente	Seres humanos y jaguares
Depredación	+	-	La especie 1 (depredador) es afectado positivamente, mientras que la especie 2 (presa) se ve afectada negativamente	a) Serpientes y ratones b) Iguana y frutos c) Pulgas y perros d) Icneumonidos y orugas
Comensalismo	+	0	La especie 1 (comensal) se beneficia sin afectar a la especie 2 (hospedador)	Orquídeas y árboles
Detritivoría	+	0	La especie 1 (detritívoro) se beneficia de la especie 2 ya muerta o de sus desechos, por lo que esta no es afectada	Zamuros y carroña Cucarachas y detritos
Mutualismo	+	+	Ambas especies se benefician	Abejas y flores Seres humanos y ganado Líquenes (algas y hongos)

A continuación examinaremos cada una de ellas.

Amensalismo

Este tipo de interacción, llamado también antibiosis o antagonismo, ocurre cuando una especie excreta al ambiente sustancias que son dañinas, tóxicas o repelentes para otras especies. El ejemplo más conocido son los hongos que producen antibióticos que eliminan muchas especies de bacterias.

Competencia

Se refiere a la interacción entre los individuos provocada por la necesidad común de un **recurso limitado**, lo que conduce a la reducción de la supervivencia, el crecimiento o la reproducción de los individuos **competidores**.

En una comunidad determinada es posible identificar diversos tipos de competencia:

- Por **interferencia**, que ocurre directamente entre individuos por actos de agresión, u otros, por ejemplo, cuando un individuo interfiere con otro por un recurso determinado;
- Competencia por los recursos o de **explotación**, cuando el uso de un recurso por unos causa la escasez para otros (figura 5.9).

En la comunidad que se mostró en la ilustración del fondo marino (figura 5.8), las diversas especies de corales y esponjas pueden competir para fijarse al sustrato, o los peces para encontrar refugio o alimento.



Figura 5.9. El capim melao es una planta de origen africano que ha desplazado en algunas localidades a especies de pasto autóctonas en nuestro país, la podemos encontrar en el parque nacional Waraira Repano.

Para saber más...

También ocurre competencia entre individuos de una misma especie, lo que se conoce como **competencia intraespecífica**. Un ejemplo de competencia intraespecífica se da entre animales que compiten por la pareja o el territorio, o por la comida, pero también puede darse entre plantas por algún recurso como la luz o los nutrientes. Cuando la competencia ocurre entre los individuos de dos o más especies diferentes, se denomina **competencia interespecífica**.

La competencia interespecífica se caracteriza por ser altamente asimétrica, es decir, una especie se afecta más que la otra. El amensalismo podría considerarse un caso extremo de competencia asimétrica, por cuanto sólo una de las especies involucradas es afectada adversamente.

En la naturaleza existen especies muy similares, con hábitos semejantes, que no se encuentran ocupando los mismos lugares, o, en el caso de que esto ocurra, sus hábitos alimentarios o ciclos de actividad son diferentes. En otras palabras, ocupan nichos ecológicos diferentes. El nicho ecológico se refiere a la "ocupación" o a la función que desempeña un organismo dentro de una comunidad; involucra a todos los recursos presentes del ambiente, las adaptaciones del organismo y cómo se relacionan estos dos (nivel de adaptación, eficiencia de consumo, entre otras.)

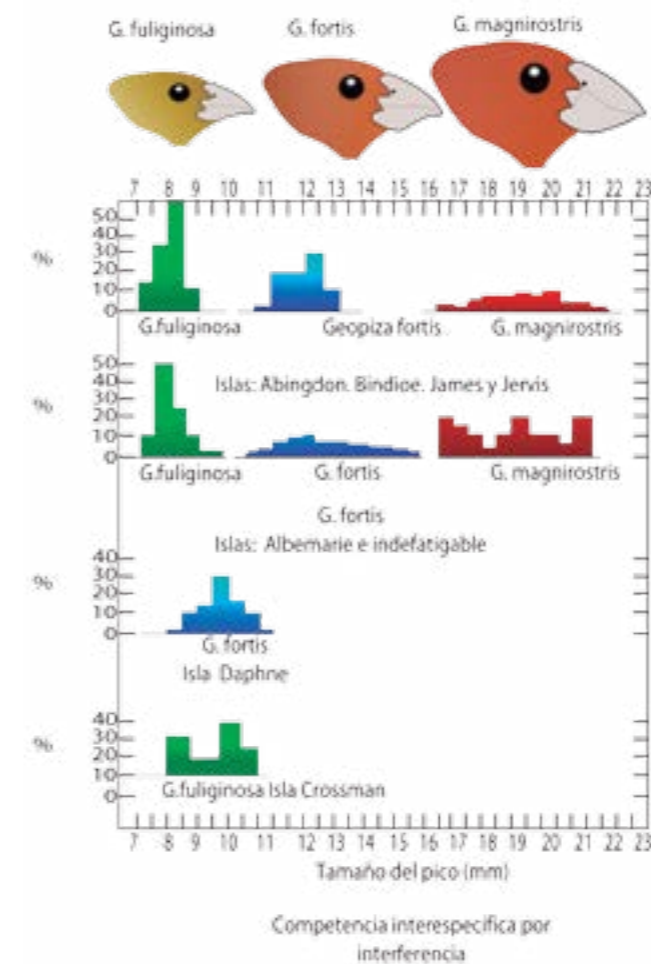


Figura 5.10. Tamaño de los picos en tres especies de pinzones terrestres (*Geospiza*) de las islas Galápagos. Las medias de los picos se muestran horizontalmente y el porcentaje de especímenes de cada especie se muestra verticalmente.

Puedes observar un ejemplo en la figura 5.10, donde se muestra el tamaño del pico de tres especies de pájaros pinzones frugívoros (comedores de frutas) que habitan las islas Galápagos. En algunas de estas islas los pinzones viven juntos. Allí, el tamaño de sus picos es diferente en cada especie, por lo que sus dietas alimentarias son diferentes, evitando así la competencia por el alimento. Sin embargo, en las islas donde vive una sola especie, las longitudes de sus picos son similares a las de pinzones de otra especie que también viven solos en otras islas. Quiere decir, estos pinzones de diferentes especies comen el mismo tipo de frutas, por lo que ocupan nichos equivalentes. Pero como viven en islas diferentes no compiten entre sí.

Los estudios ecológicos realizados por el biólogo ruso G. F. Gause hacia la década de 1930 lo llevaron a la formulación del **principio de exclusión competitiva**, según el cual dos especies en competencia por los mismos recursos no pueden coexistir en forma estable si los demás factores ecológicos permanecen constantes, ya que uno de los competidores siempre dominará al otro, llevándolo a la extinción o a una modificación evolutiva o de comportamiento hacia otro nicho ecológico (como en el caso de los pinzones).

Para saber más...

Los datos de la figura 5.10 son de una investigación de 1947, pero las poblaciones cambian en el tiempo. El pinzón *Geospiza fortis*, que era la única especie en la isla Daphne, se encontró con la competencia de *G. magnirostris* cuando unos pocos individuos de esta especie llegaron a la isla volando en 1982 y establecieron una colonia. Entre los años 2004 y 2005, los investigadores observaron una fuerte tendencia hacia picos mucho más pequeños en la antigua especie autóctona, de modo que se alimentaba de frutas más pequeñas.

Depredación

Esta interacción entre dos especies se caracteriza porque una de ellas (**depredador**) se beneficia al tomar su alimento de la otra (**presa**), la cual es afectada de manera negativa. Como depredación pueden agruparse cuatro tipos de interacciones:



Figura 5.11. Ejemplo de depredación verdadera.

a) Depredación verdadera o carnivoría: el depredador tiene por lo general una biomasa mayor o comparable a la de su presa, sea individual (como una serpiente con respecto a un ratón) o colectiva (una manada de leones con respecto a un búfalo). Las presas de los carnívoros por lo general mueren en un lapso de tiempo muy corto.

b) Ramoneo o herbivoría: los herbívoros suelen alimentarse con partes específicas de las plantas (como las hojas) por lo que las presas (plantas) no mueren aunque son dañadas.



Figura 5.12. Ejemplo de herbivoría.

c) Parasitismo: las presas, denominadas **hospedadores o huéspedes**, tienen una biomasa mucho mayor que la de los **parásitos**. Suele distinguirse entre **ectoparásitos**, cuando viven sobre el hospedador (como las pulgas y los piojos) y los **endoparásitos**, que se alojan en su interior, como la lombriz intestinal. Los parásitos no matan directamente a su hospedador, sino que disminuyen su capacidad para sobrevivir; la muerte de su hospedador implicaría la muerte de los parásitos.



Figura 5.13 El piojo es un ectoparásito.

Para saber más...

También puede darse "depre-dación" entre individuos de la misma especie, lo que se conoce como canibalismo. En realidad, se trata de un caso de competencia intraespecífica. Puede darse **canibalismo** entre los escarabajos de la harina, por ejemplo.

d) Parasitoidismo: Los **parasitoides** como parte de su ciclo de vida depositan un huevo en o cerca de su hospedador; luego las larvas viven como ectoparásitos o endoparásitos, según la especie. Al final de su ciclo larval, el hospedador muere (a diferencia de lo que ocurre con los parásitos) y surge el parasitoides adulto, animal de vida libre será herbívoro o depredador según sea su especie.

Cada parasitoides utiliza sólo un hospedador durante su ciclo de vida, a diferencia de los depredadores, que matan varias víctimas a lo largo de su vida. La figura 5.14 muestra una oruga de mariposa infestada con los capullos de una especie de avispa. Las larvas de la avispa se alimentan de los tejidos internos de la oruga y emergen como insectos adultos de la oruga muerta. Esta interacción es empleada en el control de plagas en agroecología.



Figura 5.14. Ejemplo de parasitoidismo.

Comensalismo

El comensalismo se produce cuando una población (**comensal**) se beneficia pero la otra (**hospedador**) no resulta afectada. El comensal puede obtener de su hospedador alimento, sostén, transporte, refugio o protección. Por ejemplo, las **epífitas** pequeñas, como las bromeliáceas y las orquídeas, además de otras plantas, crecen en la superficie de los grandes árboles sin causarles perjuicio alguno, utilizándolos como soporte para captar mejor la energía solar. Muchos invertebrados y diversos peces utilizan las esponjas, por su estructura porosa, como lugar de residencia o refugio.

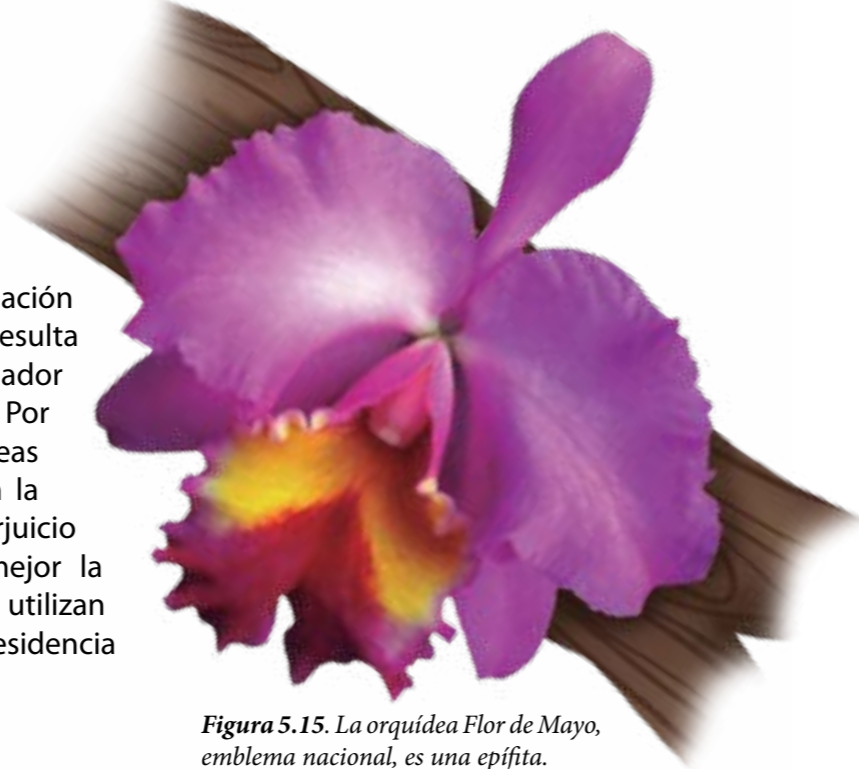


Figura 5.15. La orquídea Flor de Mayo, emblema nacional, es una epífita.

Para saber más...

La tiña (*Tillandsia recurvata*) es una planta epífita, y no una parásita, como mucha gente cree: sólo requiere apoyo físico de su árbol hospedador, ya que recibe sus nutrientes del polvo y partículas que colecta con sus hojas. Sin embargo, puede ocasionar la muerte del árbol donde se hospeda como comensal, al competir con este por la captación de luz y restringir el normal desarrollo de sus brotes.

Detritivoría

En esta interacción se incluye a los **descomponedores** (bacterias y hongos), consumidores de materia orgánica muerta. Otro caso de detritivoría lo presentan los **coprófagos**, consumidores de heces de vertebrados y de invertebrados, como las moscas y algunos escarabajos. También existen los **carroñeros**, consumidores de carroña o carne podrida, como los zamuros. Muchos carnívoros son carroñeros oportunistas, es decir, se alimentan de animales muertos cuando se les presenta la ocasión.



Figura 5.16. Carroñeros (zamuros).

Mutualismo

Mutualismo es el nombre que se da a las asociaciones entre pares de especies que se benefician mutuamente. Algunos autores distinguen entre la **protocooperación**, asociación no obligatoria mutuamente beneficiosa, y el **mutualismo** como asociación obligatoria mutuamente beneficiosa.

Los corales, por ejemplo, albergan en su interior un tipo de algas denominadas **zooxantelas**, las cuales proporcionan nutrientes producto de la fotosíntesis a sus hospedadores y dependen a su vez de ellos, por cuanto el coral le provee a las zooxantelas de un ambiente seguro y de nutrientes tales como dióxido de carbono, fósforo y nitrógeno. Otros casos notables de mutualismo son los que se presentan entre muchas plantas con flores y diversos animales polinizadores, entre el ser humano y el ganado y entre el ser humano y las especies de cultivo.



Figura 5.17. Ejemplo de polinizador: tucusito.

Para saber más...

En algunas lecturas puedes encontrar el término simbiosis (que en latín significa "vivir juntos") para indicar cualquier interacción recíproca, íntima y prolongada, entre dos poblaciones de especies diferentes donde una (o ambas) es estrictamente dependiente de la otra. De acuerdo con esta definición, pueden incluirse como relaciones simbióticas algunos casos de comensalismo y de parasitismo, junto con el mutualismo estricto.



En el oeste del océano Pacífico, el pez payaso limpia a las anémonas que lo protegen.



¿Cómo compiten las plantas?

Las plantas pueden competir por un recurso determinado, como la luz, el espacio o los nutrientes. Vamos a observar qué pasa cuando ponemos a competir plantas de caraota y de maíz.

¿Qué necesitas?

- Cuaderno y lápiz.
- Cinco recipientes de plástico (como la mitad de una botella de tres litros).
- Semillas de caraotas y de maíz.
- Tierra de jardín.
- Regla.
- Balanza.

¿Cómo lo harás?

- Numeren cada recipiente del 1 al 5. Esta investigación se hará por duplicado, así que trabajarán en equipos.
- Abran unos orificios en el fondo de cada recipiente.
- Coloquen la misma cantidad de tierra de jardín en cada recipiente.
- Siembren en cada recipiente 32 semillas, de acuerdo a como se expresa en la tabla 5.2.
- Coloquen los recipientes en un lugar donde reciban la misma cantidad de luz solar y estén a la misma temperatura.
- Rieguen los recipientes cada dos días con la misma cantidad de agua.
- Al cabo de dos semanas, saquen con cuidado las plantas de cada recipiente y sepárenlas en plantas de caraotas y de maíz.
- Cuenten cuántas plantas hay de cada especie en cada recipiente y anoten sus resultados en una tabla semejante a la mostrada.
- Cuenten cuántas hojas tiene cada planta. Calculen el promedio de hojas por planta de caraota y de maíz y anoten sus resultados en la tabla que elaboraron.
- Midan con una regla la altura de cada planta desde el comienzo del tallo hasta el ápice o yema terminal. Calculen la longitud promedio de cada tipo de planta y anoten sus resultados en una tabla como la mostrada.
- Quiten la tierra de las raíces con mucho cuidado y pesen por separado el grupo de plantas de caraotas y el grupo de plantas de maíz. Anoten los resultados.

Tabla 5.2. Resultado de la competencia entre plantas de caraota y de maíz (modelo de tabla)

Recipiente	Número de semillas sembradas		Número de plantas germinadas		Peso total (g)		Longitud promedio de plantas (mm)		Número promedio de hojas por planta	
	Caraotas (C)	Maíz (M)	C	M	C	M	C	M	C	M
1	0	32								
2	16	16								
3	28	8								
4	8	28								
5	32	0								

Analizamos los resultados

- Discute tus resultados con base en las siguientes preguntas:
 - › ¿Por cuáles recursos están compitiendo las plantas de caraotas y de maíz?
 - › ¿A qué densidad de semillas las plantas de caraotas tienen ventaja?
 - › ¿A qué densidad de semillas las plantas de maíz tienen ventaja?
 - › ¿Hay alguna densidad donde una especie excluye a la otra?
 - › ¿Cómo se manifiesta la competencia en cada uno de los siguientes aspectos?
 - › En el éxito de germinación.
 - › En el tamaño de las plantas (longitud promedio).
 - › En el número de hojas.
 - › En la biomasa.
 - › ¿Cuál de las dos especies parece competir mejor?
 - › ¿Puedes observar evidencia de competencia intraespecífica?
 - › ¿Has observado evidencias de competencia entre plantas en algún jardín, parque o ambiente natural que conozcas?

El ecosistema: la comunidad integrada con el ambiente abiótico

Las diversas especies de una comunidad biológica, como la que observaste en la figura 5.8, no sólo interactúan entre ellas, sino con los factores físicos y químicos del ambiente, como la salinidad del agua, la luz solar o la concentración de nutrientes, en el caso de la comunidad marina. Estos factores se denominan **factores abióticos**. La comunidad interactuando con los **factores bióticos** (es decir, entre las especies que la componen) y los factores abióticos constituyen un sistema integrado, el **ecosistema**.



Figura 5.18. Los límites de un ecosistema dependen del objeto de estudio.

Un ecosistema puede tener unos límites precisos, como en el caso de un estanque, pero por lo general los límites dependen del objetivo de la persona que lo estudie. Lo importante es destacar que el nivel apropiado para la investigación de un ecosistema depende del tipo de preguntas que se plantean. Por ejemplo, si te encuentras en Mucubají, estado Mérida, podrías: (a) considerar como un ecosistema un frailejón y estudiar los organismos asociados al mismo interactuando con los factores climáticos y el suelo; (b) investigar la comunidad de arbustos, hierbas y frailejones que interactúa con el ambiente físico; (c) puedes usar una escala aun más amplia y estudiar el **bioma páramo** en los Andes venezolanos. En la siguiente lectura estudiaremos los biomas con más detalle.

El ecosistema representa la unidad de estudio de los problemas ecológicos, ya que en él se conjugan todos los eslabones necesarios para constituir un flujo de materia y energía completo: una estructura trófica claramente definida, biodiversidad y ciclos de materiales, es decir, un intercambio de materiales entre los factores bióticos y abióticos.

La estructura trófica de los ecosistemas y la biodiversidad fueron objeto de estudio en el curso anterior, donde se describieron las cadenas, redes y pirámides alimentarias. También estudiaste la diversidad a nivel genético de cada especie, así como la diversidad de especies y de ecosistemas. A continuación describiremos los principales factores abióticos del ecosistema y en una lectura posterior profundizaremos en los ciclos de materiales.

Luz solar

La luz de nuestra estrella, el Sol, representa la fuente de energía que permite la vida sobre la Tierra; la misma es convertida en energía química por las plantas mediante el proceso de fotosíntesis y almacenada en forma de alimento, convirtiéndose así en energía disponible para otros organismos.

La intensidad luminosa que incide en cada región de la Tierra varía, y por tanto varía también la energía disponible para la fotosíntesis, lo que determina el tipo de vegetación existente y por consiguiente la variedad de organismos heterótrofos (animales, hongos, bacterias, otros) que dependen de ella. Por otra parte, los ciclos de iluminación día-noche (determinados por la rotación de la Tierra) y la longitud del fotoperiodo, es decir, la duración del período luminoso o día (determinado por la inclinación de la Tierra sobre su eje) originan los ciclos de actividad de muchos organismos, así como el de floración y fructificación de muchas plantas. Por ejemplo, en los trópicos la duración del día varía muy poco a lo largo del año, mientras que en los países templados los días se hacen más largos durante el verano y más cortos durante el invierno; por esto es que muchos árboles pierden sus hojas durante el otoño, entrando en una fase de reposo.

Temperatura

Regula las funciones vitales de los organismos, sobre todo en aquellos que dependen de las condiciones meteorológicas; combinando la velocidad de sus procesos biológicos al variar esta. Por otra parte, los cambios de temperatura modifican factores ambientales, como la humedad relativa del aire, el contenido de oxígeno disuelto en el agua, los movimientos de las masas de aire (viento) y de masas agua oceánica (corrientes) entre otros.

Aire

Llamamos aire a la mezcla de gases que constituye la atmósfera terrestre, que permanecen alrededor de la Tierra por la acción de la fuerza de gravedad. El oxígeno y el dióxido de carbono del aire son los gases que intervienen en los procesos de fotosíntesis y respiración, indispensables en el flujo de materia y energía en el ecosistema. Del viento, o circulación del aire en la atmósfera, depende la dispersión de muchas esporas, polen, semillas y muchos animales pequeños; también hace posible el vuelo de aves, murciélagos e insectos.

Humedad y precipitaciones

La humedad es la cantidad de vapor de agua que hay en el aire. Los meteorólogos no suelen indicar la humedad en términos absolutos, sino en forma de un parámetro denominado **humedad relativa**. Este valor se obtiene al comparar la humedad del aire con la cantidad de aquella que este es capaz de llegar a contener.

Las precipitaciones son consecuencia de la condensación del agua en las nubes. Ocurren cuando la humedad relativa alcanza el 100% y sobrevienen corrientes frías de aire, produciendo la lluvia, la nieve. El régimen de precipitaciones (ciclos de lluvia y sequía) dependen del patrón predominante de vientos en la atmósfera, el cual varía en cada zona. De este régimen de

precipitaciones depende la disponibilidad de agua de las comunidades terrestres, la cual es indispensable para todas las funciones vitales de los organismos en cualquier ecosistema, por cuanto el agua es tan necesaria como la energía solar para las reacciones químicas a partir de las cuales se producen los nutrientes.

Sustrato

Se denomina sustrato a la base, materia o sustancia que sirve de sostén a un organismo, en el cual transcurre su vida y que satisface determinadas necesidades básicas, como la fijación, la nutrición, la protección, la reserva de agua, entre otras. El sustrato dominante en el ambiente terrestre es el **suelo**, que fue tema de una lectura de primer año. Respecto a los ecosistemas acuáticos, conviene destacar que existen múltiples organismos que utilizan como sustrato una gran variedad de materiales, entre los que figuran las rocas y sus derivados, como grava, arenas, rocas lisas, piedras sueltas o barro. El tipo de sustrato repercute en la distribución de muchos organismos marinos. También puede ser sustrato un organismo vivo, como en muchos casos de comensalismo, por lo que también un componente biótico del ecosistema puede ser sustrato.



El árbol, un ecosistema

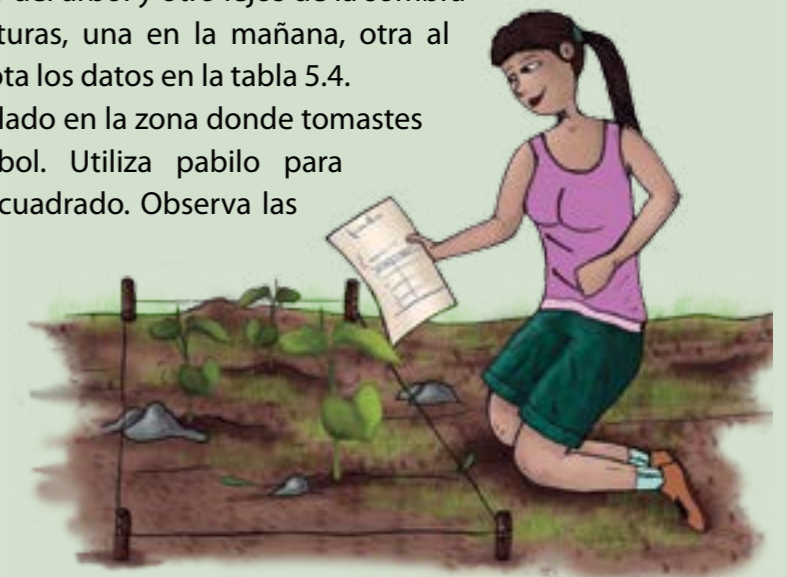
Un árbol es el centro de una comunidad muy compleja de vida animal y vegetal. Centenares de especies de seres vivos pueden vivir bajo un solo árbol utilizándolo como sustrato, refugio, como alimento, o bien pueden alimentarse de otras especies que viven en él. Un árbol depende del ambiente físico para vivir, pero a su vez influye y modifica el ambiente a su alrededor. Esta actividad puede realizarse en el patio de tu liceo o en los alrededores. Pueden dividirse en equipos y seleccionar cada uno un árbol diferente, para comparar sus resultados.

¿Qué necesitamos?

- Cuaderno de apuntes.
- Lápiz.
- Hoja de papel bond grande.
- Vara (puede ser un palo de escoba).
- Cinta métrica.
- Pabilo.
- Estacas.
- Lupa.
- Palín o pala pequeña.
- Dos termómetros.

¿Cómo lo harás?

- Completa la información referente al área de estudio, localización geográfica, entre otras en la "ficha de datos" (pág. 112).
- Toma nota del tamaño, forma, tipo de ramificación, naturaleza del tronco (liso, rugoso, espinoso, otros).
- Toma nota de la presencia de plantas y animales invertebrados y vertebrados, detectados a simple vista o por indicios (nidos, cantos, reclamos) (tabla 5.3 pág 113); esta observación preliminar es necesaria para detectar animales susceptibles de ser espantados por la presencia humana, discutan sobre lo que observaron y sintieron para complementar sus observaciones.
- Elabora un croquis preliminar del árbol y señala en él los resultados de tus observaciones.
- Añade a la tabla 5.3 todos los organismos que observes asociados al árbol. Identifícalos con ayuda de tu profesor o profesora y trata de averiguar el efecto que cada organismo produce en él: ¿En qué parte viven? ¿Qué comen exactamente? ¿Usan el árbol como refugio, o extraen su alimento de él? ¿Con qué otros organismos interactúan?
- Observa la corteza y las ramas del tronco en busca de algas, hongos, líquenes y musgos. Los líquenes son la combinación de un hongo y un alga (interacción conocida como **mutualismo**).
- Observen la presencia de plantas epífitas creciendo sobre el árbol.
- Observa los animales posados sobre el tronco, tales como mariposas, y los que caminan sobre él, como las hormigas.
- Si es posible, separa cuidadosamente la corteza que está suelta, sin arrancarla, para observar los pequeños animales que viven bajo la misma.
- Extiende un pliego grande de papel bond bajo el árbol y con ayuda de una vara golpea vigorosamente las ramas para observar los organismos que caigan sobre el pliego. Trata de identificarlos con la ayuda del profesor o profesora y añádelos a la tabla 5.3.
- Coloca un termómetro debajo del árbol y otro lejos de la sombra que proyecta. Realiza tres lecturas, una en la mañana, otra al mediodía, otra en la tarde y anota los datos en la tabla 5.4.
- Delimita un cuadro de 1m de lado en la zona donde tomastes la temperatura lejos del árbol. Utiliza pabilo para establecer los límites de cada cuadrado. Observa las plantas que crecen, así como los animales. Anota tus datos en la tabla 5.5. Toma nota de las características del suelo, humedad, tipos de hojarasca y otras que te parezcan relevantes.



¿Qué obtendremos?

- ¿Cumple un árbol las condiciones para ser considerado un ecosistema? Explica tu respuesta basándote en si la comunidad asociada a él, posee una estructura trófica claramente definida, biodiversidad y ciclos de materiales.
- Trata de elaborar un esquema de la trama o tramas tróficas que descubriste.
- Escribe ejemplos de mutualismo, comensalismo, detritivoría y depredación que pudiste observar.
- Compara las lecturas de temperatura de la tabla 5.4 ¿Qué puedes concluir con respecto a la temperatura durante el día bajo y lejos de él?
- ¿Afecta el árbol la temperatura bajo su sombra? Explica.
- ¿Existe diferencia entre el cuadrado que observaste bajo el árbol y el que estaba lejos del este? Elabora un cuadro comparativo y discute con tus compañeras y compañeros sobre la influencia del árbol en modificar algunos factores abióticos locales y cómo estos afectan la composición de la comunidad.

Ficha de datos

Fecha: _____

Nombre del área de estudio: _____

Estado: _____ Municipio: _____

Condiciones climáticas: _____

Nombre del árbol: _____

Descripción general: _____

Indicios de intervención humana: _____

Tabla 5.3. Organismos encontrados en el árbol

Organismo	Localización	Interacción con el árbol	Observaciones (acción que realizaba)

Tabla 5.4. Temperatura.

Lecturas		Hora	Temperatura del aire (°C)	Observaciones
1	Bajo el árbol			
	Lejos del árbol			
2	Bajo el árbol			
	Lejos del árbol			
3	Bajo el árbol			
	Lejos del árbol			

Tabla 5.5. Organismos localizados lejos del árbol.

Cerca del árbol			Lejos del árbol		
Organismo	Descripción	Observaciones	Organismo	Descripción	Observaciones

Somos parte del ambiente

Después de realizar esta lectura, te habrás dado cuenta de que todos los seres vivos, incluyendo el ser humano, forman parte del ambiente, junto con los factores abióticos. El conocimiento de las interacciones entre los diferentes componentes del ecosistema es indispensable para la gestión racional de los recursos y el desarrollo autosustentable.

El aumento exponencial que ha experimentado la población humana mundial a lo largo de su historia tiene que ver con un aumento en la capacidad de carga del medio donde habita, gracias a las revoluciones agrícola e industrial. Sin embargo, los recursos de nuestro planeta son limitados, y no parece posible elevar aún más esta capacidad de carga. Lo más grave es que en algunos países las personas consumen recursos en abundancia, mientras que en otros pasan necesidades; por ejemplo, un habitante promedio de Estados Unidos consume lo mismo que nueve personas de la India. Por consiguiente, es preciso cambiar nuestros hábitos de consumo y de crecimiento económico, para garantizar un equilibrio en la población, tanto en el número de habitantes como en la distribución y gestión de los recursos.

Es preciso tener en cuenta que el conocimiento de estas interacciones ambientales ha permitido al ser humano su éxito como especie en nuestro planeta, pero también lo ha llevado a utilizar las especies con fines diferentes al de la supervivencia. Por ejemplo, el ser humano a veces aprovecha la competencia intraespecífica que se da entre los machos que luchan por el territorio para organizar combates "deportivos", como el caso de las peleas de gallos y de perros que *son ilegales*.

Por otra parte, la relación mutualista entre los seres humanos y su principal fuente de alimento (el ganado y los cultivos) ha cambiado las relaciones con otras especies. Por ejemplo, ya prácticamente no somos presas de los superdepredadores (como el jaguar) sino que estos compiten con nosotros por el ganado. La respuesta no debe ser excluirlos, llevando a la extinción sus poblaciones, sino procurar que tengan a disposición otros recursos (como la fauna silvestre). También podemos aprovechar las relaciones de parasitoidismo entre algunos insectos y las especies que atacan nuestros cultivos para el control biológico de estas plagas, evitando los peligrosos plaguicidas químicos.

La introducción de especies exóticas en una región puede desequilibrar las interacciones entre los miembros de la comunidad de esa región. Por ejemplo, el pasto africano introducido en nuestro país compite con las gramíneas nativas y ha desplazado o extinguido localmente sus poblaciones. La trucha (traída de América del Norte y Europa) ha extinguido por depredación especies de peces en los ríos donde ha sido introducida. Es por esto que se hace necesario el estudio de estas interacciones antes de importar especies supuestamente beneficiosas para nuestro consumo.

Las diferentes enfermedades causadas por parásitos o parasitosis causan anualmente millones de muertes en el mundo, ya sea directa o indirectamente, sobre todo en las personas más pobres, por lo que el estudio de los parásitos y sus interacciones es muy importante para mejorar la salud y la calidad de vida. El empleo de antibióticos para el tratamiento de enfermedades causadas por bacterias ha sido posible gracias al descubrimiento de una relación de amensalismo entre ciertos hongos y bacterias. Sin embargo, el uso indiscriminado de antibióticos ha dado origen a cepas bacterianas resistentes, por lo que han resurgido enfermedades que se creían casi desaparecidas. De ahí la importancia de no utilizar antibióticos, si el médico no lo ha prescrito así.



Actividades de autoevaluación

1. La República Bolivariana de Venezuela tiene una superficie de 916.445 km^2 . Si la población de Venezuela se estima en 27.150.095 habitantes, calcula la densidad de la misma.
2. ¿Cuáles son los factores de los que depende el tamaño de una población? ¿Cómo obtenemos la tasa de crecimiento?
3. La planta de bora duplica su población cada diez días. En un estanque se colocó una planta de bora, y en un mes el estanque estaba cubierto de bora hasta la mitad ¿En cuántos días el estanque estará completamente cubierto de bora? ¿Qué utilidad tiene esta planta?
4. ¿Conoces el animal llamado pereza o perezoso? Es el mamífero mejor adaptado a la vida en los árboles y se consigue en muchas regiones de Venezuela. A continuación te presentamos varios ejemplos de interacciones entre los perezosos y otras especies. Te invitamos a que identifiques en cada caso el tipo de interacción y a que indiques quién se beneficia o perjudica como resultado de ella.

- a. Los perezosos se alimentan en gran medida de yemas, brotes tiernos y hojas, principalmente de árboles de yagrumo.
- b. Con frecuencia, sobre su pelo crecen cianobacterias y algas clorofíceas, lo que les otorga una coloración verdosa que contribuye, junto a su lento movimiento, a pasar desapercibido frente a los depredadores
- c. El pelaje del perezoso es hogar de una especie de polilla que deposita rápidamente sus huevos en las heces del animal cuando este baja al suelo a defecar y luego regresa al pelaje del mamífero. Después de que los huevos eclosionan y las orugas se convierten en polillas, de alguna manera encuentran otro perezoso.
- d. Existen dos tipos de perezosos, con hábitos muy parecidos: el de tres dedos y el perezoso de dos dedos. Este último incluye frutas en su dieta y soporta temperaturas ligeramente menores que la del perezoso de tres dedos.

5. Elabora una lista de similitudes y diferencias entre la actividad depredadora de los herbívoros sobre las plantas verdes, los parásitos sobre sus hospedadores y los carnívoros sobre los herbívoros.
6. Menciona algunos ejemplos de cambios o influencias en los factores abióticos (luz, agua, temperatura, rocas, entre otros) debidos a la acción de los seres vivos.
7. Cita al menos dos ejemplos en cada caso de poblaciones, comunidades y ecosistemas en la región donde vives.



La ecología y la salud de nuestro planeta: la biosfera, el ecosistema global



A escala global, la Tierra es un único ecosistema, donde todos los seres vivos que la habitan se relacionan entre sí e interactúan con los factores abióticos del ambiente (energía y materia), lo que a su vez hace posible la vida en nuestro planeta. Este macro sistema es la **biosfera**, que está integrada por aquellas zonas de las geosferas terrestres en las cuales es posible la vida.

Cuando en la lectura anterior analizaste los distintos componentes abióticos del ecosistema, pudiste darte cuenta de que estos no se distribuyen de manera uniforme en todo el planeta. De modo que la biosfera se organiza en **biomas**, que pueden considerarse a su vez grandes ecosistemas que expresan las condiciones ecológicas del lugar en el plano regional o continental. La biodiversidad característica de cada bioma depende tanto de los factores abióticos (luz, agua, sustrato...) como de la **productividad** de la biomasa de la vegetación dominante, como veremos más adelante.

La vida en la Tierra es posible gracias al ciclo de los materiales requeridos por los seres vivos a través de partes de la biosfera, el cual a su vez es mantenido por el flujo de energía proveniente del Sol. Estudiaremos los principales **ciclos biogeoquímicos**, los cuales, como su nombre lo indica, involucran tanto a los seres vivos como a los factores abióticos (no vivos) que forman parte de la biosfera.

Las actividades humanas han causado alteraciones no sólo en el contexto local sino, incluso desequilibrios en el flujo global de materia y energía. Por esto es necesario hoy más que nunca que todas y todos comprendamos la estructura y función de la biosfera, de manera que luchemos conscientemente por conservar y mejorar la salud de nuestro planeta.

Biomas: expresión de la diversidad de ecosistemas

¿Te has preguntado por qué en los llanos la mayoría de las plantas son hierbas, mientras que en la selva se destacan los árboles? ¿O por qué tenemos páramos en Mérida y no en el Distrito Capital? ¿Por qué en los médanos de Coro se observan plantas espinosas que no se encuentran en los páramos, en las selvas o en los llanos? ¿Por qué no se encuentran selvas o páramos en otras regiones como Europa, por ejemplo?

Ante diferentes condiciones del ambiente físico, es decir, del conjunto de los factores abióticos del ecosistema, los organismos pueden desarrollar respuestas no sólo fisiológicas (mediante la función de relación), sino también en su morfología. En el caso de las plantas, estas respuestas se expresan en las **formas biológicas**. De acuerdo con su forma de crecimiento y estructuras observadas, podemos considerar las siguientes formas biológicas:

Árboles: plantas leñosas de más de tres metros de altura, que se ramifican lejos del suelo, como el araguaney, caoba, ceiba, mango, pino, entre otros.

Arbustos: plantas leñosas de menor altura que los árboles, que se ramifican cerca de la base del tronco, como el cafeto, semeruco, flor de pascua, entre otros.

Hierbas: plantas de tallo flexible (no leñoso) y de poca altura, como los pastos, arroz, maíz, las margaritas, la adormidera y muchas otras.

Trepadoras: plantas que se adhieren a otras plantas u otro tipo de sustrato para mantenerse erguidas, como las lianas o bejucos, parchita, malanga o la hiedra.

Epífitas: plantas con raíces aéreas que viven sobre otras sin causarles daño, como las orquídeas y las bromeliáceas; las mencionamos en otra lectura como ejemplo de comensalismo.

Hemiparásitas: si bien poseen hojas verdes, carecen de raíces, por lo que mediante estructuras especiales penetran hasta los sistemas de conducción de otras plantas para absorber de ellas agua y sales minerales; ejemplos de ellas son el guatepajarito y el muérdago.

Hidrófitas: plantas que viven en el agua o sumergidas en ella, como la bora y los nenúfares.

Rupícolas: plantas que viven sobre rocas o peñascos, como los musgos y líquenes.

En algunos libros encontrarás dentro de esta clasificación a las **saprófitas**, como vegetales carentes de clorofila que se alimentan de restos de plantas y vegetales. En realidad, esta característica corresponde a los **hongos**, los cuales no se consideran plantas, sino formando un grupo aparte denominado **fungi**.

La predominancia de un tipo u otro de forma biológica en un ecosistema está determinada por diversos factores, entre los que se destacan el clima, la temperatura, la humedad, el régimen y cantidad de precipitación, el viento y el tipo de suelo.

En función de estos factores, se puede dividir la Tierra en zonas de características semejantes. En cada una de esas zonas, se desarrolla una vegetación y una fauna que cuando son parecidas, definen en conjunto un bioma. Un **bioma** es un ecosistema considerado a gran escala, constituido por un conjunto de ecosistemas de estructura y organización semejante. Así encontrarás organizaciones llamadas bosques, sabanas, páramos, entre otras.

Existen diferentes sistemas de clasificación de los biomas, que suelen dividir la Tierra en dos grandes grupos: **biomas terrestres y biomas acuáticos.**

A los biomas terrestres se les suele nombrar a partir de la vegetación predominante ya que, como hemos visto, la vegetación es la que conforma y da aspecto al paisaje. Según la fuente que investigues, el número de biomas terrestres puede variar entre cinco y veinte, ya que no existe un acuerdo universal para nombrar a los biomas. En el mapa de la figura 6.1 por ejemplo, se presentan 18 tipos de biomas diferentes.



Figura 6.1. Biomas terrestres

Fuente: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vegetation-no-legend.PNG>



Los biomas acuáticos, por su parte, pueden ser **marinos** (de agua salada) o **dulceacuícolas** (de agua dulce).

Nuestro país, por su ubicación dentro de la zona tropical y su variado relieve, presenta una diversidad de biomas, con una flora y fauna particulares en cada uno de ellos. La figura 6.2 presenta los principales biomas terrestres de Venezuela, identificados con los principales tipos de vegetación, y ordenados en el mapa de acuerdo a la altitud donde se encuentran.

En el mapa de la figura 6.2 se incluyen las **áreas intervenidas**, que son aquellas donde el bioma original ha desaparecido debido a la intervención humana, para ser sustituidos por actividades agropecuarias o urbanas.



Figura 6.2. Biomas de Venezuela.

Fuente: Ministerio del Poder Popular para el Ambiente



Descripción de algunos biomas

a) Litoral: se localiza en todas las costas, desde la Península de la Guajira hasta la Península de Paria y en el litoral Atlántico, incluyendo las islas. Se caracteriza por la presencia de una vegetación que tiene pocos requerimientos de humedad y gran resistencia a la insolación y las altas temperaturas, como la hierba de vidrio y la uva de playa.

En algunos sectores de la costa, se presentan comunidades de mangle (manglares), especialmente en las riberas de ríos y caños que desembocan en el mar; también se conocen como **bosques hidrófitos**. Su flora está constituida principalmente por mangle rojo, negro, blanco y de botoncillo, plantas que toleran alta salinidad. Estas especies mantienen en sus raíces una alta diversidad de fauna, en especial larvas de peces, crustáceos y ostras. En las copas de los árboles anidan garzas y otras aves acuáticas.

b) Sabanas y herbazales: se caracteriza por presentar un clima cálido, con un período de sequía seguido de una época de abundantes precipitaciones, durante la cual las plantas se tornan frondosas y frescas. Es el bioma característico de la región de los llanos. Predominan las gramíneas, con alternancia de árboles y arbustos. Representantes de la fauna son las garzas, corocoras y otras aves a la orilla de los ríos; entre los mamíferos, el chigüire, la lapa, el venado caramerudo, el jaguar y el conejo sabanero; también debe incluirse el ganado vacuno, introducido por el ser humano. Pueden encontrarse tres tipos de sabana:

- **Sabana limpia o inarbolada:** son sabanas sin árboles y arbustos pero con muchas herbáceas y gramíneas, lo que les da características de "pastizal".
- **Sabana arbolada:** posee hierbas y árboles dispersos de poco tamaño y tronco retorcido (árboles achaparrados) conocidos en nuestro país como chaparros.
- **Sabana húmeda (morichales):** formadas por especies arbustivas y herbáceas donde predomina la palma moriche, la cual crece a orilla de los ríos.



Figura 6.4. Sabana.



Figura 6.3. Manglar

c) Arbustales y matorrales: se localiza en aquellas áreas que fueron intervenidas. Como su nombre indica, predominan los arbustos y matorrales, así como especies deciduas (que pierden sus hojas en el periodo seco) y espinosas.

d) Cardonales y espinares: también se conocen como espinares o cujizales, debido a su vegetación predominante constituida principalmente por cujíes, dividives, cardones, tunas, y arbustos de 4 a 5 m de altura. Se desarrollan donde las precipitaciones son menores de 500 mm anuales, por lo que también reciben el nombre de bosques xerófitos. Entre la fauna se encuentran conejos, chivos, gavilanes y cardenales.



Figura 6.5. Espinar.

e) Bosques deciduos: se caracterizan por la predominancia de especies caducifolias, es decir, que pierden sus hojas durante el período seco, el cual puede durar hasta 6 meses. Se encuentran en las serranías de las cordilleras de los Andes y de la Costa. El araguaney, la ceiba, el jabillo y el indio desnudo son algunos ejemplos de la flora de este bioma. Entre los representantes de la fauna se encuentran el báquiro, el jaguar, la danta y el venado caramerudo.

f) Bosques semi-deciduos: ubicados cerca de los bosques deciduos son similares en su composición, pero la proporción de especies caducifolias es menor, ya que la estación seca sólo dura tres meses.

g) Bosques ribereños: también se les denomina selvas de galería, y son formaciones boscosas ubicadas en las riberas de nuestros ríos llaneros. Su fauna y flora es similar a la de los bosques semi-deciduos. Algunos autores agrupan a los bosques deciduos, semideciduos y ribereños en un único bioma denominado **bosques tropófilos**.



Figura 6.6. Bosque ribereño.

h) Bosques siempreverdes: como su nombre indica, en estos biomas predominan los árboles **perennifolios**, es decir aquellos que mantienen las hojas durante todo el año. También reciben el nombre de selvas tropicales, bosques húmedos, selvas megatérmicas o selvas pluviales. Se encuentran en zonas bajas por debajo de 500 m sobre el nivel del mar. Presentan precipitaciones abundantes y temperaturas altas. La estación lluviosa dura de 9 a 10 meses y en oportunidades se mantiene todo el año. Como producto de la competencia, las plantas se han adaptado a diferentes condiciones de luz, humedad y temperatura, ocupando diferentes estratos, como puedes observar en la figura 6.7 y que comprenden:

- **El estrato emergente**, tiene plantas de más de 40 m de alto, como el cedro y la caoba, que sobresalen del estrato siguiente; se encuentran espaciadas unas de otras. En estos árboles anidan aves rapaces como el águila arpía y la lechuza.

- **El dosel**, formado por las copas continuas de árboles que miden entre 10 y 30 metros, tales como el mamey, el ramón y el jabillo, y donde viven aves como los guacamayos, tucanes, colibríes y muchas otras, además de animales que prácticamente no necesitan bajar al suelo, como diversos monos (araguato, tití, capuchino), perezas y ardillas. También se encuentran epífitas como musgos, helechos, orquídeas y bromeliáceas, además de bejucos o lianas que trepan desde el suelo para alcanzar este estrato. El matapalo nace como una pequeña planta que se desarrolla sobre una rama del dosel; con el tiempo gana fuerza y sus raíces bajan hasta el suelo, del cual toman más sustancias nutritivas y sus tallos se enredan sobre el árbol de apoyo, impidiéndole a este recibir luz y nutrientes, por lo que muere.

- **El piso intermedio**, ocupado por palmas, arbustos y árboles jóvenes de menos de tres metros; en este estrato la luz es escasa y la humedad muy alta.

- **El sotobosque**, donde viven hierbas y plantas en crecimiento; las plantas suelen tener hojas muy amplias para recibir la mayor cantidad de luz solar, como el ocumo y la uña de danta. Aquí viven animales como la danta, el mapurite, diversas serpientes y lagartijas, además de numerosos insectos, como las mariposas.

- **El suelo forestal**, tiene una delgada capa de hojarasca continuamente descompuesta por los microorganismos.

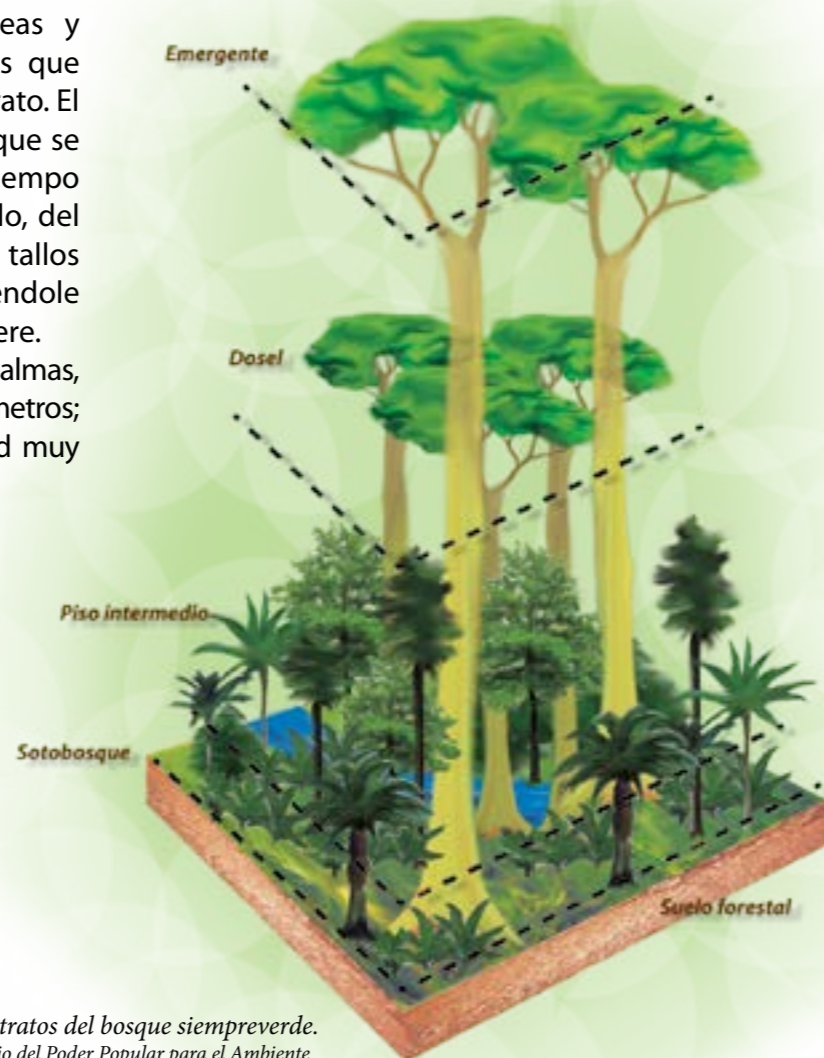


Figura 6.7. Estratos del bosque siempreverde.
Fuente: Ministerio del Poder Popular para el Ambiente



Figura 6.8 Bosque nublado.

i) Bosques nublados: también se conocen como selvas mesotérmicas o bosques subtropicales, debido a que las temperaturas varían entre 8° C y 23° C. Pero a diferencia de los bosques que se encuentran en zonas templadas, la temperatura promedio varía muy poco durante el año, aunque presenta grandes oscilaciones diarias. Estas selvas se ubican en las montañas de la Cordillera de la Costa y Cordillera de los Andes, por encima de los 1000 m. Por lo general se encuentran envueltas por una densa masa de neblina, debido a la condensación del vapor de agua que asciende por las laderas de las montañas. Poseen una alta biodiversidad. Entre los representantes de la flora se encuentran el yagrumo, el cedro, el pino laso y helechos arborescentes, además de epífitas como la barba de palo; entre los animales encontramos al oso frontino (los Andes), diversas aves, los monos araguatos, entre otros.

j) Tepuyana: los tepuyes son formaciones rocosas de forma tabular y que se levantan abruptamente por encima de los mil metros sobre las superficies más bajas circundantes cubiertas de vegetación de sabana o de bosque, en el sur de nuestro país. Debido a su antigüedad (unos 3000 millones de años), han estado sometidos a un aislamiento ambiental que ha dado origen a lo que se denomina **complejo Pantepui**, formado por un conjunto de plantas y animales caracterizado por su alto grado de especialización y endemismo; en otras palabras, muchas especies de la flora y la fauna sólo se encuentran en esta región. El clima es húmedo y templado (parecido al del bosque nublado), sometido a fuertes vientos. La vegetación predominante es, por un lado, bosquecillos ribereños dominados por la especie *Bonnetia roraimae* (no tiene nombre común) con altura generalmente entre 4 y 8 m; en las cimas, abundan formaciones arbustivas densas y herbazales de hoja ancha y de forma de roseta, constituidos por una amplia variedad de tipos y especies endémicas. La fauna aún no se conoce del todo; existen numerosos insectos, reptiles y anfibios, como el sapito minero, cuya piel es venenosa.



Figura 6.9. Vegetación del tepuy Roraima.
Fuente: Oswaldo Royett Marciano

k) Páramos: son formaciones características de la alta montaña tropical. En nuestro país se ubican por encima de los 3.000 m. La temperatura media anual es de unos 5° C. El suelo presenta un ciclo de congelamiento y descongelamiento diario. La forma biológica predominante en la vegetación es la de roseta, que le permite captar eficientemente la energía solar, como puede observarse en los frailejones de distintas especies; también se encuentran en este bioma arbustos como el higuerón y hierbas como la bandera española. Diversas especies de aves, insectos, musarañas y conejos pueden encontrarse en el páramo.



Figura 6.10. Páramo



Conociendo el bioma donde se encuentra mi comunidad

Después de estudiar los biomas de nuestro país, seguro que tendrás una idea de dónde ubicar la comunidad donde vives. Aunque residas en un ecosistema urbano, es posible reconocer características del bioma original de la región.

¿Qué necesitas?

- Cuaderno.
- Lápiz.
- Acceso a boletines meteorológicos.
- Libros, revistas u otro material bibliográfico o informático.

¿Cómo lo harás?

• Con ayuda de tus observaciones y de material bibliográfico o informático, caracteriza tu localidad, considera las siguientes preguntas:

- ¿Cómo es el régimen de lluvia y sequía en tu localidad?
- ¿Cuáles son los animales que más abundan en la época de lluvia?
- ¿En cuáles meses florecen algunas plantas de tu localidad?
- ¿Cuál es el mes de cultivo de algunas plantas de tu localidad?
- ¿Cuáles son las principales actividades económicas?

- Elabora una lista de plantas (**flora**) existentes en tu localidad. En tu cuaderno, elabora y completa un cuadro como el siguiente, en él podrás registrar el resultado de tus observaciones, así como la consulta de materiales tanto bibliográficos impresos como con aquellos que puedes buscar en Internet.

Cuadro 1. Plantas de mi localidad

Nombre de la planta	Ubicación	Características del ambiente	Forma vegetal

- Elabora una lista de animales (fauna) de tu localidad. Al igual que hiciste para las plantas, en tu cuaderno elabora y completa un cuadro parecido. Registra en él la información de tus observaciones y complementa con la revisión inicial.
- Investiga cómo han alterado las diversas actividades humanas el bioma de tu localidad. Para ello sería útil, además de la consulta documental, entrevistar a personas conocedoras de estos problemas, como miembros de organizaciones ecologistas, consejos comunales involucrados, investigadoras e investigadores de universidades y otras instituciones, personal del Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, periodistas que trabajen el tema, etc.
- También puedes consultar a personas mayores que conozcan cómo era la vegetación y la fauna de la región en otros tiempos.
- Con los datos de todos los equipos se pueden elaborar grandes cuadros que sumen toda la información.

Analícemos

- De acuerdo con las características de la flora y fauna de tu región, ¿en qué bioma la ubicarías?
- ¿De qué manera está intervenido ese bioma?
- ¿Qué recomendaciones podrías dar para la recuperación y/o mantenimiento del bioma? Discute tus conclusiones con tus compañeras y compañeros.
- Elaboren una exhibición con los resultados del trabajo que han realizado y con las recomendaciones a las cuales han llegado para conservar la biodiversidad del bioma al cual pertenece su localidad. Con dibujos, fotografías e incluso algunas muestras puede hacerse un trabajo llamativo, a la vista de sus demás compañeras y compañeros del liceo y que contribuya a la educación ambiental de todas y todos.

¿Cómo funciona un bioma?

Un bioma, como cualquier otro ecosistema considerado a una escala menor, se mantiene en funcionamiento gracias al **flujo de energía** de un nivel trófico al siguiente. Hablamos de flujo, porque existe una **entrada** en forma de energía luminosa, una **transferencia** de un nivel trófico a otro, en forma de energía química y una **salida** en forma de energía térmica, que ya no puede reutilizarse para mantener otro ecosistema en funcionamiento.

Una forma de medir el funcionamiento de un bioma (o de cualquier ecosistema) es conocer su **productividad o producción**, y es a través de la velocidad con que almacena la energía en la materia orgánica. En otras palabras, es la cantidad de biomasa acumulada en un determinado tiempo en un área determinada. Se suele distinguir entre productividad primaria y productividad secundaria.

La **productividad primaria** corresponde a la cantidad de materia orgánica producida por los organismos productores, a partir de sales minerales, dióxido de carbono y agua, utilizando la energía solar, en un área y tiempo determinados.

Podríamos calcular la productividad primaria de una sabana, por ejemplo, cosechando todas las plantas de una parcela de un área determinada y volviendo a cosechar después de un lapso de tiempo determinado (digamos un año). El peso de esta cosecha de plantas sería la productividad primaria de esa sabana en kg/m²/año.

Ahora bien, lo que estamos midiendo en este caso es lo que los productores de la sabana han producido, sin tomar en cuenta el consumo de energía hecho por las mismas plantas para vivir o respirar. Estamos hablando entonces de **productividad primaria neta (PPN)**. Si midiéramos este consumo como respiración (*R*), obtendríamos la **productividad primaria bruta (PPB)**. Esto lo podemos expresar de la siguiente manera:

$$PPB = PPN + R$$

La **productividad secundaria** se refiere a la materia orgánica almacenada por los organismos heterótrofos (consumidores y descomponedores), que viven de las sustancias orgánicas ya sintetizadas por las plantas, como es el caso de los herbívoros. Por ejemplo, podríamos pesar el ganado que se alimenta del pasto en la sabana, para obtener la productividad secundaria del ganado en kg de carne/m²/año.

La productividad de un bioma depende de las condiciones ambientales favorables, es decir, de la luminosidad, la temperatura, el substrato, entre otros. También depende de las características y adaptaciones de los seres vivos que se encuentren viviendo en ese ambiente.

En los biomas terrestres, la diversidad de especies tiende a correlacionarse positivamente con la producción primaria neta, con la disponibilidad de humedad y con la temperatura. La figura 6.11 representa la productividad primaria en el mundo; los biomas terrestres con mayor productividad son los bosques tropicales (azul verdoso), y los de menor productividad son los desiertos (marrón claro).

Los manglares y los arrecifes de coral (rojo) son los biomas marinos de mayor productividad, mientras que los océanos abiertos (azul oscuro) son los de menor productividad. Es de notar que los mares árticos y antárticos, a pesar de sus bajas temperaturas, tienen también una productividad muy elevada. Esto se explica porque la fusión del hielo en primavera engendra corrientes que provocan indirectamente la ascensión de aguas profundas cargadas de nutrientes. Como resultado, se produce una proliferación de fitoplancton desde los primeros momentos de la estación favorable, y junto con ella la aparición de numerosos vertebrados e invertebrados atraídos por las óptimas condiciones creadas para su nutrición.

La velocidad con que se produce materia orgánica depende de la velocidad con que se descompone y regresa al medio, transformada en materia inorgánica, pues de esta manera las plantas pueden volver a utilizarla. Así, una hoja de un árbol que cae al suelo con el tiempo se descompone, gracias a la acción de hongos y bacterias; y de esta manera la materia que la formaba se transforma en sustancias más sencillas que las plantas pueden volver a tomar.

En el bosque siempreverde, por ejemplo, existe un balance entre la producción y la descomposición, por lo que prácticamente no existe acumulación de materia orgánica en el suelo: ella es rápidamente descompuesta por multitud de organismos. En las sabanas, en cambio, la materia orgánica se acumula en el suelo durante la estación seca, lo que hace que exista riesgo de incendios.

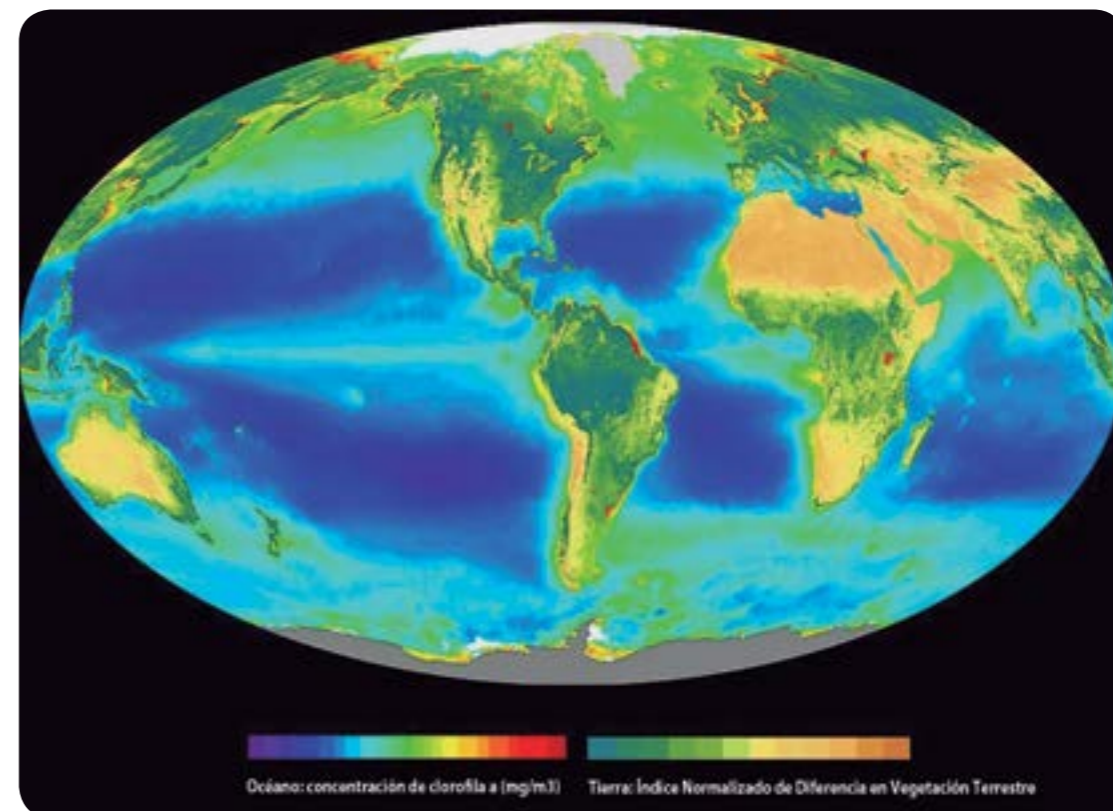


Figura 6.11. Productividad primaria global en el año comprendido entre septiembre de 1997 y agosto de 1998. Fuente: SeaWiFS Project, NASA/Centro de vuelo espacial Goddard de la NASA y ORBIMAGE. La productividad en el océano se expresa como concentración de clorofila a (mg/m³); la productividad terrestre se expresa como Índice Normalizado de Diferencia en Vegetación Terrestre. Estas medidas de productividad son diferentes a las que se explican en el texto, pero son útiles para comparar la productividad en diferentes biomas.

Los ciclos biogeoquímicos sustentan la biosfera

El conjunto de los biomas del mundo, terrestres y acuáticos, constituye la biosfera. El flujo de energía que mantiene funcionando los biomas permite en la biosfera el intercambio de materiales con la atmósfera, hidrosfera y litosfera, y también entre los seres vivos.

Los elementos y compuestos necesarios como nutrientes para la vida en la Tierra no varían a lo largo de tiempo; sólo se transforman pasando de un tipo de compuesto químico a otro, y de unos seres vivos a otros. Cada átomo de carbono, oxígeno, nitrógeno o fósforo, entre otros elementos que componen nuestro cuerpo, formó antes parte de muchos otros seres vivos. Así que podría ser que una de las moléculas de oxígeno que acabas de inhalar al respirar mientras estás leyendo esto, por ejemplo, pudo haber sido inhalada anteriormente por Simón Bolívar, hace doscientos años, o por un dinosaurio hace millones de años.

Esto es posible porque estos elementos son reciclados continuamente desde depósitos o reservorios en la atmósfera, hidrosfera y la corteza terrestre hasta los seres vivos, y de regreso a estos depósitos. Este proceso constituye lo que conocemos como **ciclos biogeoquímicos**. Estos ciclos son activados directa o indirectamente por la energía proveniente del Sol, ocurren simultáneamente y están interconectados entre sí. Sin embargo, para poderlos comprender mejor, estudiaremos los ciclos más importantes por separado, y posteriormente estableceremos sus relaciones.

Ciclo del carbono

El elemento carbono es el principal constituyente de los seres vivos, junto al oxígeno e hidrógeno. El carbono se encuentra en la atmósfera principalmente en forma de dióxido de carbono (CO_2), en una proporción de 0,03% a 0,04%.

El ciclo del carbono comienza cuando el dióxido de carbono es tomado por las plantas y principalmente de la atmósfera junto con el agua y sales minerales absorbidas a través de sus raíces, es incorporado a los tejidos vegetales mediante el proceso de la fotosíntesis.

Los consumidores, a través de las cadenas tróficas (es decir, comiendo plantas o comiendo a otros consumidores que han comido plantas), incorporan el carbono a su cuerpo en forma de alimentos. El material orgánico así formado se combina con el oxígeno mediante el proceso de respiración de los seres vivos, a fin de obtener energía, generando nuevamente dióxido de carbono que es expulsado a la atmósfera. Los organismos descomponedores convierten los restos animales y vegetales en materia inorgánica, liberando CO_2 de nuevo también a la atmósfera. De esta manera, la absorción de CO_2 por parte de las plantas se equilibra con la emisión de este gas por las mismas plantas y los consumidores y descomponedores durante la respiración.

Además de estos procesos, existe la incorporación de carbono a la atmósfera en forma y compuestos diversos, originados por la actividad volcánica, por la descomposición de carbonatos presentes en la corteza terrestre, por las quemadas de vegetación (ya sean espontáneas o provocadas por los seres humanos) y, muy importante hoy, por la combustión que realizan los humanos de distintas formas de carbono fósil, como carbón y petróleo. La figura 6.12 presenta en forma esquemática el ciclo del carbono.

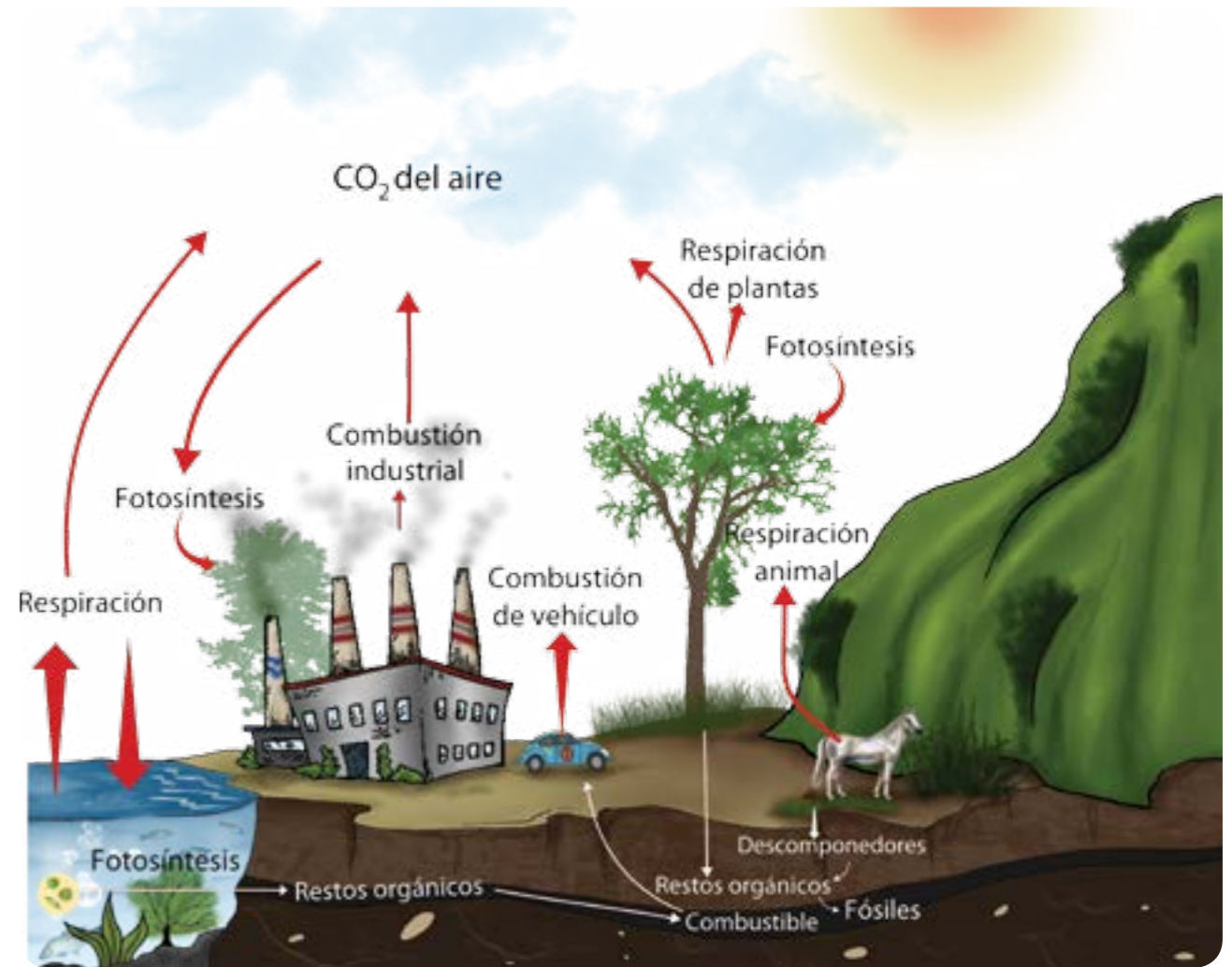


Figura 6.12. Ciclo del carbono.

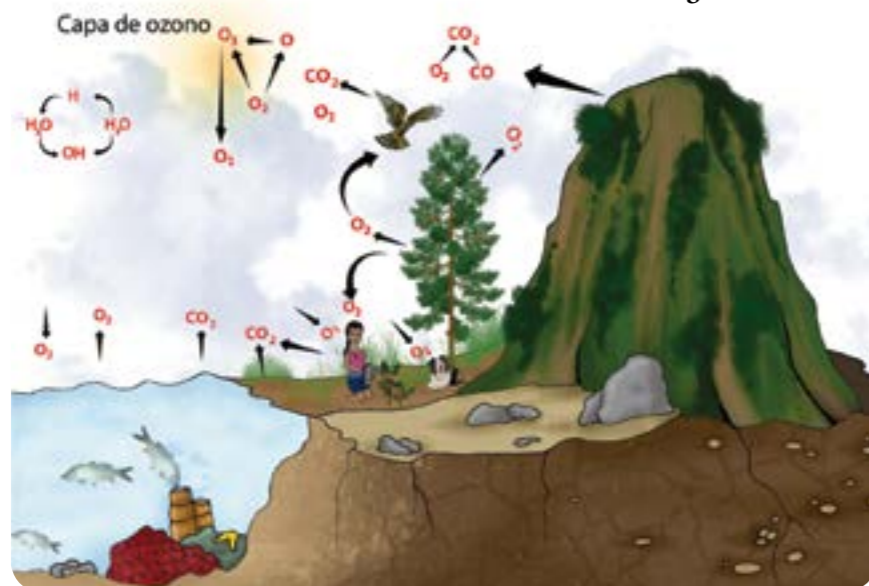
Ciclo del oxígeno

El oxígeno conforma aproximadamente el 50% de la masa de la corteza terrestre, donde se encuentra combinado con diferentes elementos. En la atmósfera, se encuentra en una proporción del 21% del aire (aproximadamente 1/5 en volumen). A pesar de esta abundancia, la respiración de los seres vivos consumiría el oxígeno de la atmósfera en unos 2.000 años, si no fuera retornado a la atmósfera como un producto de la fotosíntesis.

La figura 6.13 muestra en forma esquemática el ciclo del oxígeno. Cuando se realiza la fotosíntesis, parte del oxígeno que se libera es utilizado por los seres vivos durante la respiración y participa en la formación de dióxido de carbono (CO_2), una parte se combina con el monóxido de carbono de la atmósfera (CO) para formar dióxido de carbono y otra parte se integra en la formación de la capa de ozono (O_3) en las zonas altas de la atmósfera. En esas

mismas regiones hay una descomposición de moléculas de vapor de agua en iones hidrógeno (H) y grupos oxidrilo (OH); estos últimos liberan el oxígeno.

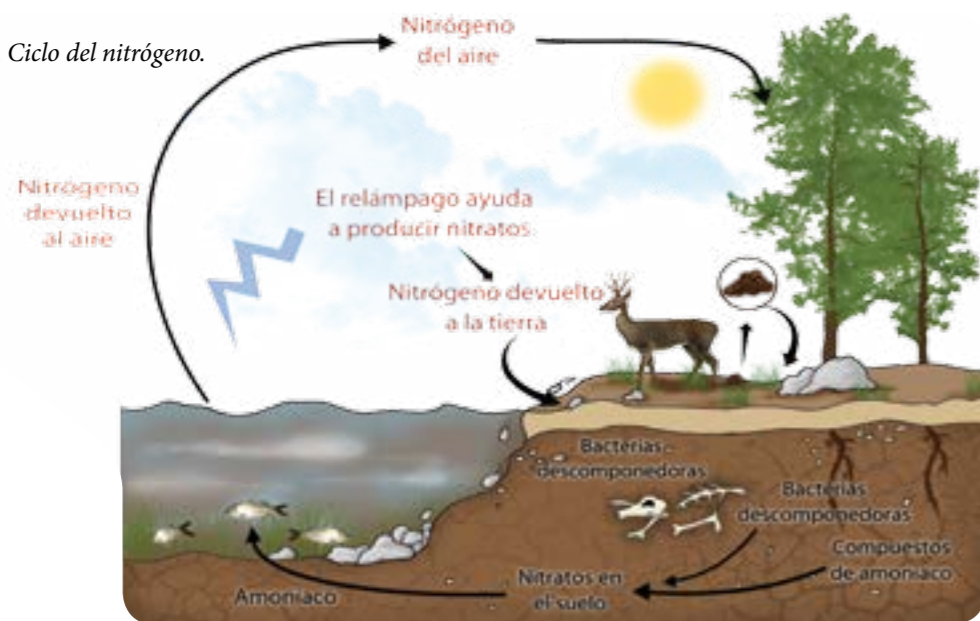
Figura 6.13. Ciclo del oxígeno.



Ciclo del nitrógeno

La figura 6.14 presenta de forma esquemática el ciclo del nitrógeno. El nitrógeno constituye aproximadamente el 78% de la atmósfera en forma de elemento gaseoso (N_2). Sin embargo, muy pocos organismos son capaces de utilizarlo en esta forma; entre ellos se encuentran las bacterias nitrificadoras del suelo que transforman el nitrógeno atmosférico en nitratos (NO_3), forma en la cual sí es aprovechado por las plantas. Este proceso se conoce como **fijación**. Algunas de estas bacterias crecen en los nódulos de leguminosas como guisantes y frijoles, de manera simbiótica. La fijación del nitrógeno es completada por los relámpagos, los cuales al atravesar la atmósfera producen óxido de nitrógeno, que en el suelo se transforma en nitratos.

Figura 6.14. Ciclo del nitrógeno.



Las plantas incorporan el nitrato del suelo en forma de proteínas vegetales, las cuales son aprovechadas por los animales. Tanto las plantas como los animales muertos y sus excreciones contienen compuestos orgánicos nitrogenados, como la urea, que finalmente son descompuestos en amoníaco (NH_3) por ciertas bacterias y hongos del suelo mediante el proceso de **amonificación**. El amoníaco es a su vez transformado en nitratos que son asimilados por las plantas.

El nitrógeno que no es asimilado por las plantas terrestres puede ser arrastrado por percolación hacia las aguas subterráneas, o devuelto a la atmósfera mediante la **desnitrificación** o transformación de nitratos a nitrógeno molecular, proceso que es realizado por algunas bacterias presentes en el suelo.

Ciclo del fósforo

El ciclo del fósforo comienza en los depósitos presentes en las rocas, cuando los fosfatos se disuelven debido a procesos de erosión y pasan al suelo, donde son aprovechados por las plantas y tomados de estas por los animales. Cuando los organismos mueren, son descompuestos por las bacterias y el fósforo se reintegra al medio, donde una parte será de nuevo incorporado a los vegetales en forma de sales.

Sin embargo, una gran parte del fosfato es arrastrada por las corrientes fluviales hacia el mar, donde una cantidad es utilizada como nutrientes por las plantas marinas, y la mayor porción se deposita en el fondo marino donde permanece fuera de la circulación mientras no ocurra un cambio geológico que convierta el fondo marino en superficie terrestre.

Las aves marinas desempeñan un papel muy importante en el ciclo del fósforo, ya que devuelven parte de este elemento a través de las excretas, material conocido con el nombre de **guano**. En varias islas e islotes del océano Pacífico, el guano acumulado por las aves marinas durante siglos tiene muchos metros de profundidad. Desde el siglo XIX se explota comercialmente como fertilizante, debido a sus altos contenidos de fósforo y nitrógeno.

Los seres humanos también obtienen el fósforo de la actividad minera para la elaboración de fertilizantes, y extraen pequeñas cantidades de este elemento al consumir especies marinas.



Figura 6.15. Ciclo del fósforo

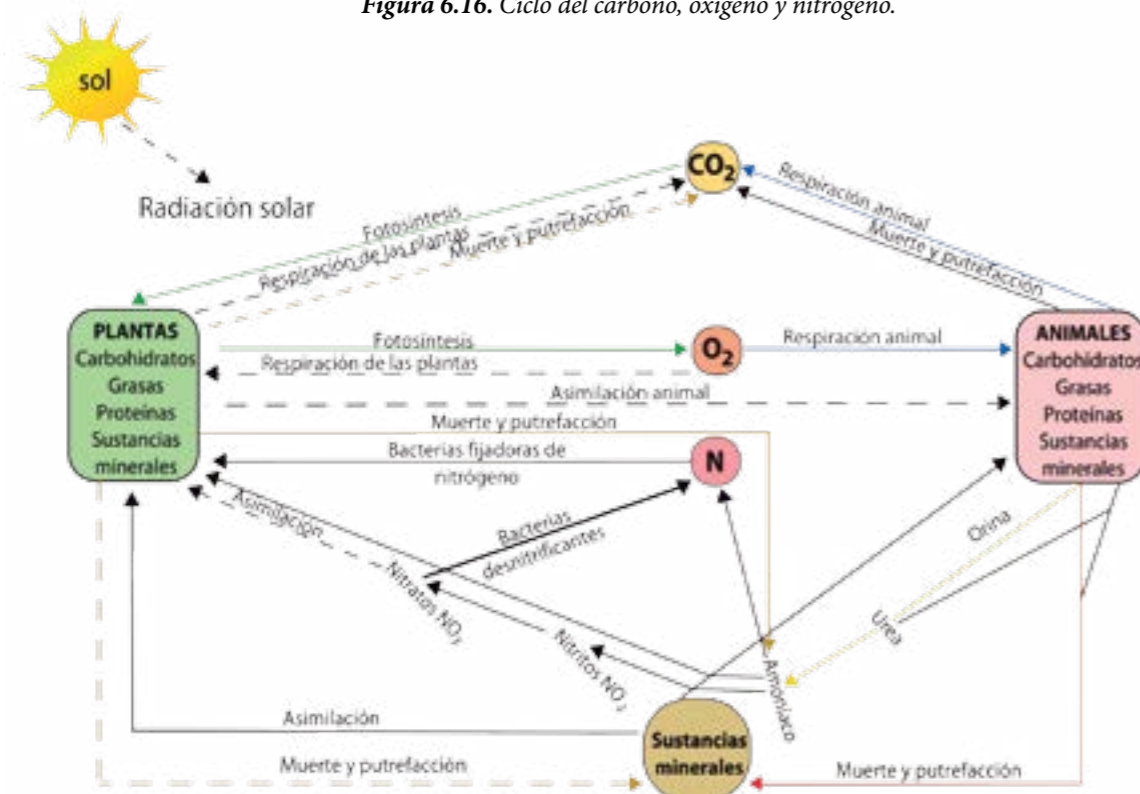
Los ciclos biogeoquímicos y los seres vivos

Los ciclos biogeoquímicos constituyen un excelente modelo del aprovechamiento de la energía y su transformación. Constantemente se reciclan los nutrientes, de forma simultánea e interconectada, en diversas reacciones que involucran tanto a los factores bióticos como a los abióticos.

La figura 6.16 es un esquema muy simplificado que muestra cómo se interrelacionan los ciclos gaseosos que hemos estudiado:

- Los ciclos se inician con la energía solar, que activa la fotosíntesis en las plantas para producir carbohidratos, y de ahí las otras sustancias que ellas necesitan para su sustento, como grasas y proteínas. Durante este proceso, toman CO_2 del aire y liberan oxígeno al mismo.
- Los animales asimilan las sustancias producidas por las plantas.
- Al morir, tanto las plantas como los animales liberan sustancias minerales gracias a la acción de los organismos descomponedores (indicado como "muerte y putrefacción"). Entre estas sustancias minerales se encuentra el fósforo.
- Por otra parte, los desechos nitrogenados excretados por los animales son transformados en nitritos y luego en nitratos por las bacterias del suelo; estos nitratos, junto con el proveniente del nitrógeno atmosférico fijado por ciertas bacterias, son asimilados por las plantas.
- Una parte de los nitratos producidos o fijados es liberado a la atmósfera por las bacterias desnitrificantes.
- Mediante la respiración, las plantas, los animales y los seres descomponedores liberan CO_2 a la atmósfera.

Figura 6.16. Ciclo del carbono, oxígeno y nitrógeno.



Aunque hemos visto que a nivel global todos estos elementos se reciclan y parece haber cierto equilibrio, bajo ciertas condiciones pueden ocurrir pérdidas o acumulaciones en los ecosistemas. Por ejemplo, cuando los seres humanos practicamos agricultura intensiva, extraemos nutrientes del suelo al cosechar las plantas, y no los reintegramos al mismo. De ahí la necesidad de utilizar fertilizantes para garantizar una producción continua.

La utilización de fertilizantes minerales, como nitratos y fosfatos, aumenta el riesgo de contaminación ambiental, sobre todo cuando son arrastrados a los cuerpos de agua, donde provocan un exceso de crecimiento en la población de algas, bacterias, otros, disminuyendo el nivel de oxígeno disponible para otros organismos. Una alternativa es el uso de fertilizantes orgánicos, provenientes de desechos vegetales o animales, los cuales no sólo devuelven nutrientes al suelo, sino que mejoran su estructura y se evita que estos desechos se conviertan en fuente de contaminación.

Por otra parte, si la entrada de un elemento excede en mucho a su salida, el ciclo de nutrientes del ecosistema afectado se sobrecarga, y se produce el fenómeno de la **contaminación**. La contaminación puede considerarse una entrada de elementos que supera la capacidad del ecosistema para procesarlos.

Te habrás dado cuenta de que los ciclos del carbono y del oxígeno se basan esencialmente en el balance entre los procesos de fotosíntesis y respiración. El uso de hidrocarburos y combustibles fósiles por parte de los seres humanos hace que el dióxido de carbono vuelva a la atmósfera a un ritmo mucho mayor que su ritmo natural. La acumulación de este gas incrementa el **efecto invernadero**, provocando un cambio climático cuyos efectos comienzan hoy en día a observarse por su impacto en la vida de todo el planeta.

El efecto invernadero consiste en que algunos gases de la atmósfera retienen parte de la energía que el suelo emite por haber sido calentado por la radiación solar. Este efecto normal en todos los planetas dotados de atmósfera, se está viendo acentuado en la Tierra por la emisión de ciertos gases, como el dióxido de carbono y el metano, debido a la actividad humana.

Los efectos indirectos causados por el ser humano en el ciclo del carbono también producen cambios en los otros ciclos biogeoquímicos importantes, así como en la biodiversidad de paisajes y especies.



Figura 6.17. Podemos evitar la quema excesiva de combustibles si nos proponemos adoptar un estilo de vida menos derrochador.



El ciclo del carbono en mi localidad

A continuación vamos a trabajar en equipos para investigar evidencias de una relación entre un desequilibrio en el ciclo del carbono y el aumento de la temperatura a nivel local.

¿Qué necesitas?

- Cuaderno.
- Lápiz.
- Registros de temperatura de varios años (boletines meteorológicos).

¿Cómo lo harás?

- Elabora con ayuda de tus compañeras y compañeros un esquema del ciclo del carbono en tu localidad. Toma nota de las fuentes de emisión (vegetales, animales y provenientes de actividades humanas) y los procesos de absorción.
- Discutan si el ciclo del carbono está o no en equilibrio a nivel local, a partir del esquema elaborado.
- Contacten al Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH), en su página web: <http://www.inameh.gob.ve/index.php> e investiguen cómo han cambiado la precipitación y la temperatura en los últimos 20 años en estaciones cercanas a su localidad.
- Pregunten a personas mayores de tu localidad cómo era el clima hace unos 20 a 50 años y comparen cómo es en la actualidad.
- Pregúnteles también acerca de si han cambiado las fuentes de emisión de CO₂ (vehículos, actividad industrial, plantas termoeléctricas, ganadería...), así como la cantidad de vegetación, y elaboren un informe acerca de sus apreciaciones sobre si la concentración de este gas está aumentando y por qué.

¿Qué obtendrás?

Discutan otros grupos los resultados obtenidos con base en los siguientes aspectos:

- ¿Existe relación entre el comportamiento de la temperatura y la concentración de CO₂ a lo largo del tiempo?
- ¿Qué posibles soluciones se pueden plantear para mejorar el equilibrio en el ciclo del carbono?
- Elaboren un informe o tríptico para difundirlo en su comunidad.



Un futuro sostenible

¿Cómo debe ser la vida de los seres humanos en las próximas décadas para asegurar la conservación de la Tierra tal como la conocemos? ¿Qué riesgos estamos corriendo? ¿Cómo podemos mejorar? Les invitamos a desarrollar por equipos distintos proyectos de investigación que tengan que ver con estos interrogantes. Entre todas y todos en la clase, hagan una lista de posibles asuntos a investigar y escojan uno por equipo. Hay muchos temas que tienen que ver con “un futuro sostenible”: qué comemos y cómo lo cultivamos, cómo nos movilizamos, qué cosas consumimos, qué minerales extraemos de la Tierra y qué hacemos con ellos, cuánta energía usamos y para qué, qué relación tenemos con nuestros bosques, o con nuestro mar, o con los ríos y lagos... Es bueno partir del hogar y la comunidad, para considerar luego datos de toda Venezuela, e incluso hacer comparaciones con información mundial.

Planifiquen su trabajo: plantéense preguntas y piensen cómo pueden responderlas. Es bueno incluir trabajo de campo: observaciones, entrevistas, encuestas... Así como consulta documental en diversas fuentes.

Cuando terminen, traten de comunicar sus resultados no sólo en su clase, sino en todo el liceo y más allá. Junto a su informe escrito, pueden usar trípticos, dramatizaciones, cómics, demostraciones, carteleras... y otros recursos llamativos. Quizás una radio comunitaria les dé oportunidad de transmitir sus propuestas.



Cuidando la salud de nuestro planeta

El conocimiento de los procesos que ocurren en la biosfera nos permite tener conciencia de que nuestras actividades no sólo tienen impacto local, sino consecuencias planetarias. Un ejemplo de esto es el cambio climático, que es consecuencia de alteraciones en el ciclo del carbono.

El conocimiento de la producción de materia orgánica de un bioma o de un ecosistema local es de importancia para un manejo adecuado que permita regular las cosechas y el aprovechamiento de los recursos naturales disponibles. No se puede cosechar más de lo que se produce o cazar o pescar más de lo que produce un área determinada, de lo contrario se causan problemas en la disponibilidad de los recursos, como la extinción o la merma de las poblaciones.

Los seres humanos no podemos continuar con el actual modelo de desarrollo, que pretende que la biosfera es un sistema inagotable. Las acciones derivadas de la actividad humana poco consciente de algunos países repercuten en otros, ya que la biosfera es todo un sistema cuyo funcionamiento depende de la totalidad y buen funcionamiento de sus componentes.

Es por esto que uno de los objetivos de Desarrollo del Milenio suscrito por 189 países en la Cumbre del Milenio de la Naciones Unidas en el año 2000 fue “garantizar la sostenibilidad del medio ambiente”, lo cual incluye las siguientes metas: incorporar los principios del desarrollo sostenible en las políticas y los programas nacionales y reducir la pérdida de recursos del medio ambiente que implica reducir las emisiones de CO₂ y disminuir la tasa de deforestación y la sobrexplotación pesquera; haber reducido y haber disminuido considerablemente la velocidad de pérdida de diversidad biológica en 2010; reducir a la mitad, para 2015, la proporción de personas sin acceso sostenible al agua potable y a servicios básicos de saneamiento; y haber mejorado considerablemente, en 2020, la vida de al menos 100 millones de habitantes de barrios marginales. Es de notar que Venezuela se ha destacado en su esfuerzo por cumplir con este y los demás Objetivos de Desarrollo del Milenio, mientras que los países desarrollados, a los cuales se les atribuye mayor responsabilidad, están lejos de cumplirlos.

El conocimiento de las características de los biomas de Venezuela nos permite apreciar la enorme biodiversidad que existe en nuestra nación y la necesidad de preservarla para las siguientes generaciones, dado su potencial económico (especies que pueden desarrollar alimentos, medicinas y otros), genético, estético, recreativo y educativo. El Estado venezolano ha procurado proteger la biodiversidad decretando Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (A.B.R.A.E.), como parques nacionales, monumentos naturales y refugios de fauna, entre otros. Estas A.B.R.A.E. son representativas de casi todos los biomas, pero esto no es suficiente si no estamos conscientes de que las áreas no protegidas también pueden ser preservadas mediante un manejo racional, garantizando un desarrollo sustentable.



Actividades de autoevaluación

- 1• ¿Qué se entiende por ciclo biogeoquímico?
- 2• Elabora una tabla comparativa de los ciclos que estudiamos, tomando en cuenta:
 - Elemento.
 - Importancia.
 - Principal depósito en la biosfera.
 - Formas químicas en las cuales son tomadas por las plantas.
 - Procesos mediante los cuales las plantas asimilan cada elemento.
 - Procesos mediante los cuales retorna a su principal depósito.
- 3• Observa detenidamente en este libro y en otras fuentes las fotos que ilustran diferentes paisajes del país: páramos andinos, sabanas, bosque siempre verde y espinares. Con base en lo observado, responde las siguientes preguntas:
 - ¿A qué atribuyes la diferencia de vegetación entre un bosque siempreverde, un páramo andino y un espinar?
 - ¿Qué relación puedes establecer entre algunas poblaciones y el ambiente donde viven?
- 4• ¿Cuál es el principal regulador de la naturaleza en las regiones tropicales?
- 5• ¿Cuál es el principal regulador de la naturaleza en las regiones templadas?
- 6• Elabora un cuadro para cada uno de los biomas de Venezuela donde incluya:
 - Ubicación geográfica y altitud.
 - Clima.
 - Suelo.
 - Formas biológicas predominantes y estratos.
 - Especies vegetales características.
 - Algunas especies animales.
- 7• Descubre cómo influyen los factores abióticos y bióticos, especialmente los ciclos biogeoquímicos y las cadenas alimentarias, en la productividad de los siguientes biomas:
 - Sabanas.
 - Arrecifes.
 - Bosque tropical.
 - Cultivos.



Uno de los principales problemas en nuestra relación con los ecosistemas es que desconocemos que somos seres ecológicos, es decir, que somos parte de un sistema natural sobre el cual influimos y que a su vez influye en nuestras vidas. Tomamos los recursos de la naturaleza sin importar los efectos que, a mediano y largo plazo, esto traerá a nuestras vidas, a las vidas futuras y a todo el planeta.

En los inicios de nuestra vida en la Tierra, el equilibrio entre los ecosistemas y nuestra actividad estaba regulado por la relación entre estos, es decir, los sistemas naturales tenían la capacidad para mantenernos y todavía podían recuperarse a un ritmo eficiente. Al mismo tiempo, nosotros tomábamos lo necesario para el mantenimiento de la vida y no sobreexplotábamos los servicios del sistema. Ejemplo de esto es la relación de muchas culturas originarias con su ambiente.

En la actualidad hemos escapado, en gran medida, a esta regulación y somos nosotros los que con el consumismo, la contaminación, la producción orientada al lucro, entre otros factores, impedimos la recuperación oportuna de los sistemas naturales, desbordando la capacidad de estos para mantener nuestra población. Centrados en el impacto que ejercemos sobre los sistemas naturales, ¿conoces cuáles son los principales problemas relacionados con la alimentación, el agua, la biodiversidad y los ecosistemas que generamos con nuestras actividades?, ¿sabes qué se plantea a nivel mundial para solucionar los problemas generados en el contexto local y global?, ¿cuáles son las potencialidades de Venezuela y de América Latina para salir adelante ante la crisis global y el deterioro de los recursos naturales?

Escasez de alimentos y el hambre global

La utilización y modificación de especies, tanto vegetales como animales, con las formas actuales de agricultura, ha generado daños a los sistemas naturales. Podemos mencionar el uso excesivo de plaguicidas y herbicidas químicos que destruyen el suelo y muchas formas de vida, o el sobreuso de variedades "rendidoras" de plantas de ciertas especies, que provoca la desaparición de otras variedades y amenaza la diversidad. A su vez, dichos daños obstaculizan la seguridad alimentaria y han traído como consecuencia la pérdida de la calidad nutricional de los alimentos, y el deterioro de los suelos y de los cuerpos de agua, entre otros problemas, con el agravante de economías inestables, destrucción de cultivos por desastres naturales, la crisis económica mundial, el alto costo de los alimentos, todo lo que al final genera la escasez global de alimentos.

Para el año 2012 la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) indica que existen 868 millones de personas que pasan hambre en el mundo diariamente. Una de las evidencias más recientes que refleja las consecuencias de este problema, es la hambruna vivida en Somalia, Yibuti, Eritrea y Etiopía, países que conforman el llamado cuerno de África. Esta crisis ha afectado a unos 13 millones de personas, mientras que la catástrofe humanitaria se sigue extendiendo a otras regiones.

La crisis de los alimentos es una parte de los problemas generados por el predominio de un sistema basado en el intercambio desigual de recursos, bienes y servicios, que ha permitido el desarrollo de unos pocos y el subdesarrollo de la mayoría de los países a nivel mundial. Unido a ello tenemos la escasez de agua dulce y potable, las emisiones de gases que calientan al planeta, el comercio ilegal de especies, el uso no sustentable de recursos naturales, entre otros problemas. Esta lista aumenta si detallamos cómo es nuestra actividad en el entorno local, es decir, los problemas de aguas negras en nuestra comunidad, o el acceso a alimentos de producción nacional, entre otros.



Figura 7.1. Problemas en África de escasez alimentos. También en nuestro continente millones de personas pasan hambre hoy.

Gota a gota el agua se pierde

El agua es un recurso vital para todos los organismos que habitamos el planeta Tierra; de ella dependen nuestras funciones y nuestro buen vivir. Los usos de este recurso son diversos, van desde la ingesta, la producción de alimentos, hasta la limpieza personal, entre otros, es decir, dependemos del agua para estar vivos y saludables.

Sin notarlo, el agua se ha convertido en uno de nuestros puntos débiles y es el más vulnerable para nuestra sobrevivencia, lo cual se hace evidente con las fuertes sequías en el planeta que dejan desprovista a buena parte de la población mundial. Se calcula que en los años 90 más de 185 millones de personas sufrieron por las sequías y se estima que, para el 2025, dos de cada tres personas sufrirán la carencia de agua.

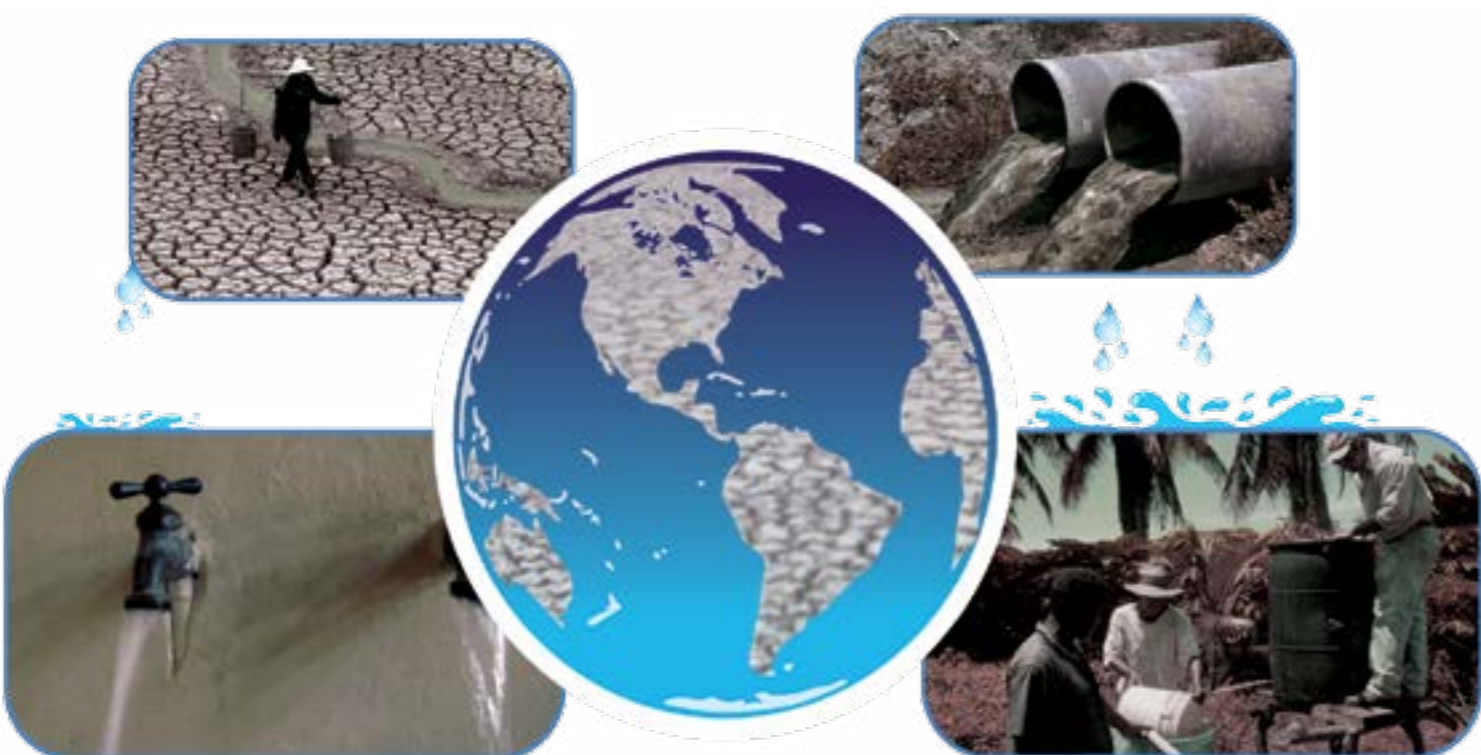


Figura 7.2. Sequía y acceso al agua

La difícil situación causada por el uso irracional de litros y litros de agua, aumentando la demanda por el vital líquido, nos lleva a invertir importantes cantidades de recursos económicos y tecnológicos para su obtención y procesamiento. La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima como óptimo que por cada habitante, se necesitan diariamente 100 litros de agua para cubrir sus necesidades. Sin embargo, mientras muchas personas en el mundo no tienen acceso al agua, en los países desarrollados son utilizados por habitante diariamente unos 1.600 litros. Esta cifra alarmante nos muestra las desigualdades en la distribución del preciado recurso, así como el mal uso que estamos ejerciendo sobre el agua.

Nuestra relación con la diversidad de especies

Los efectos causados por nuestras actividades, como especie en el ambiente, los podemos observar en los componentes abióticos y bióticos de los ecosistemas. Una de las consecuencias relevantes sobre el componente biótico es la pérdida de biodiversidad. Actualmente, en el mundo, existen 12.529 especies en amenaza de extinción por causa del comercio ilegal de especies, la pérdida del hábitat, entre otros factores.

En Venezuela el número de plantas amenazadas por la extinción y que requieren de una intervención rápida, se ubica en 341 especies, y más de 300 especies animales podrían estar amenazadas. La venta de especies silvestres como mascotas y la cacería indiscriminada para la obtención de materias primas son factores de gran influencia en la pérdida de especies en nuestro país.

Dos ejemplos que nos permiten entender la situación del comercio de especies venezolanas como mascotas son: el caso del mono aullador (*Alouatta seniculus*), en el que la cacería y venta de crías lleva a los captores a matar a la madre que se defiende ferozmente para no ser separada de su cría. Dicha especie puede localizarse en las zonas boscosas de Venezuela como en el parque nacional Henri Pittier (estados Aragua y Carabobo), entre otros. Y el caso de la cotorra cabeciamarilla (*Amazona barbadensis*), donde la destrucción del hábitat y la captura de pichones como mascotas, la coloca en peligro de extinción. Esta ave se encuentra en zonas áridas del estado Lara y Nueva Esparta.

Figura 7.3. Especies en peligro de extinción.

Alouatta seniculus, mono aullador.

Amazona barbadensis, cotorra cabeciamarilla



Para saber más...

Después del comercio de narcóticos y de armas ilegales, el tercer negocio más lucrativo es el de la venta de especies exóticas. Se estima que en un año se movilizan de 5.000 a 7.000 millones de dólares por esta práctica despiadada y de maltrato extremo. Se cree que en un año se venden 4 millones de aves, 5 millones de reptiles, 15 millones de pieles de mamíferos, 10 millones de cactus silvestres, entre otras formas de vida.



Animales y plantas de la localidad o región en peligro de extinción

¿Conoces algunos animales y plantas de tu localidad o región en peligro de extinción?

¿Qué harás?

Elaborar un material divulgativo, afiches, dípticos y otros para concientizar a la comunidad sobre especies en peligro de nuestra localidad.

¿Qué necesitas?

Materiales de dibujo.
Cartulinas.
Folletos con información sobre fauna y flora de la región.

¿Cómo lo harás?

- Organícense en equipos de trabajo.
- Busquen información en la comunidad, libros y folletos del Ministerio del Poder Popular para el Ambiente e Internet, sobre especies de animales, plantas y otros seres vivos en peligro de extinción de la localidad y región.
- Lleven al aula la información que cada grupo ha registrado.
- Compartan y analicen la información traída por los diferentes equipos del salón y respondan: ¿Encontraron algún lugar en la comunidad en el que comercien con especies silvestres? ¿Cuál o cuáles son las especies que están en peligro de extinción en tu localidad o región? Y, ¿cuáles son las causas que la o las llevan a esta situación? ¿Cuál es la importancia ecológica de estas especies? ¿Cuál es la importancia económica de estas especies?
- Elaboren afiches, dípticos u otro material con información para ser divulgada en la comunidad.



Animales en peligro de extinción, tríptico y divulgación

Causas y consecuencias del deterioro de los ecosistemas venezolanos

La actividad humana no sustentable también ha llevado al deterioro y transformación de los ecosistemas, debido a la práctica del turismo sin conciencia referido a la recreación malsana donde se contamina y destruye, la tala y quema de árboles a gran escala para la agricultura y la contaminación atmosférica. Dichas prácticas se han convertido en las mayores amenazas para los sistemas naturales y contribuyen notablemente con el cambio climático.

Como parte de la evaluación del milenio sobre los ecosistemas, se detectó que el 60% de los servicios de los ecosistemas para la sociedad están en deterioro. La regulación del clima, la capacidad del ambiente para eliminar la contaminación del aire, el abastecimiento de agua, son una muestra de los servicios de la naturaleza que están en decadencia.

El deterioro de los ecosistemas en Venezuela tiene múltiples causas. Entre los factores que afectan está la expansión no planificada de urbanismos, en los que se tala para la construcción de edificaciones en suelos cuyas características no son las adecuadas. Otro aspecto relacionado con la tala es la necesidad de tierras para la agricultura en respuesta a la demanda de alimentos, y la extracción minera de combustibles como el carbón, que destruye extensas áreas boscosas, como es el caso de la selva húmeda destruida al sur de Perijá, estado Zulia.

Cuando viajamos al disfrute de playas, parques nacionales, entre otros ambientes naturales no nos damos cuenta de los daños que causamos a los ecosistemas. Entre los daños podemos mencionar: acumulación de desechos por el uso indiscriminado de envases plásticos desechables y de alimentos empacados industrialmente; deposición inadecuada de los residuos sólidos; acampamento en áreas naturales y su sobreexplotación; abuso de la ingesta de bebidas alcohólicas que hace perder la conciencia de la necesaria conservación ambiental. Este es un problema que nos compete directamente y del cual somos corresponsables.



Figura 7.4. La tala sin control es un problema ambiental



Problemas ambientales en mi escuela y en mi comunidad

Vamos a detectar los problemas presentes en la escuela o en la comunidad en cuanto a contaminación ambiental para hacer conciencia de su existencia en estos espacios.

¿Qué necesitan?

- Hojas blancas o cuaderno.
- Lápiz.
- Mapa o croquis de la comunidad o escuela.

¿Cómo lo harán?

- Realicen un recorrido por la comunidad o escuela. Distribúyanse en grupos, y cada uno tome un sector del espacio seleccionado e identifiquen elementos perturbadores y contaminantes producto de nuestra actividad. Ejemplo: ubicación de residuos sólidos, existencia de aguas residuales, actividad de quema y tala, animales en la calle y el estado en que se encuentran, presencia de humo y otros aspectos que consideren importantes.
- Consulten a las personas que hacen vida en la comunidad sobre algún punto o foco de contaminación.
- Realicen las anotaciones en su cuaderno.
- Ubiquen en el mapa o croquis de la escuela o comunidad, dónde están los focos de perturbación y contaminación.
- Lleven al aula el resultado de su trabajo y compartan la información.
- Discutan sobre: ¿cuáles son las perturbaciones o contaminantes más encontrados en la escuela o comunidad? ¿Cuál es el origen de estas perturbaciones o contaminantes? Comparen con sus compañeras y compañeros las perturbaciones y contaminantes encontrados, ¿a qué o quiénes afectan los contaminantes y de qué forma? ¿Son las mismas perturbaciones o contaminantes? ¿El origen de estas es el mismo?
- Discutan sobre las posibles soluciones para reducir los efectos de la contaminación detectada y evalúen su factibilidad.

Acciones a tomar

En el programa para la evaluación de los ecosistemas del milenio coordinado por las Naciones Unidas se plantean acciones para mitigar los problemas que se han generado por la actividad humana en los sistemas naturales, entre ellas se encuentran:

1. Fortalecer las instituciones encargadas de la protección de los ambientes e incorporar a otras instituciones como las encargadas de la agricultura a la gestión de la conservación del ambiente.
2. Desarrollar tecnología que permita utilizar de manera más efectiva a los ecosistemas reduciendo su degradación.
3. Restaurar los ecosistemas.
4. No basar en el mercado del capital, o en la oferta y la demanda, todo lo referido a los ecosistemas y sus beneficios.

Por otra parte, la FAO en la publicación "Biodiversidad para la agricultura y la alimentación", señala que para minimizar los efectos del problema alimentario es necesario trabajar por el buen estado de los alimentos y detener el detrimento de su valor nutricional. Menciona que es necesario enrumbarse en una agricultura sustentable que garantice la conservación. Utilizar las especies locales y sus variedades adaptadas, para la producción de cultivos resistentes a plagas y que se recuperen más rápido de desastres naturales. Generar cultivos mixtos y diversificar los productos alimenticios.

Estos esfuerzos deben ser puestos en marcha por las instituciones públicas y privadas, pero nosotras y nosotros desde nuestra localidad, grupo familiar y como personas, debemos tomar acciones para solventar muchas problemáticas que en nuestro entorno inmediato se presentan. Por ejemplo, no malgastar el agua potable, apagar las luces cuando no se están utilizando, no arrojar basura en ríos, quebradas y alcantarillados, sembrar un árbol o mantener el jardín de tu casa, no provocar la muerte de los árboles en las calles donde vivimos, entre otros, son acciones que podemos llevar a cabo en el día a día; son acciones que podemos llevar a cabo en el día a día. Otras acciones pueden ser el consumir alimentos preparados en tu casa durante la mayoría de los días de la semana, debido a que el consumo de comidas rápidas aumenta la demanda de alimentos y esta a su vez genera presiones sobre los sistemas ecológicos y agroecológicos. Por eso, reduce, recicla, reutiliza e impulsa estas acciones en tu comunidad.

Amplía la información relacionada con la evaluación de los ecosistemas del milenio y las acciones que puedes aplicar en tu casa y comunidad en:

<http://www.cbd.int/doc/bioday/2008/ibd-2008-booklet-es.pdf>

<http://www.pnuma.org/forodeministros/15venezuelaven09treEvaluaciondelosEcosistemasdelMilenio.pdf>

http://www.fao.org/fileadmin/templates/biodiversity_paia/PAR-FAO-book_lr.pdf

<http://www.rena.edu.ve/primeratapa/Ciencias/quereciclaje.html>



¿Cómo disminuir la contaminación de tu escuela y comunidad?

Vamos a proponer soluciones a alguna problemática ambiental detectada en la escuela o comunidad con el fin de minimizar sus efectos sobre los espacios mencionados. Revisa la lectura final para que te informes al respecto.

¿Qué necesitan?

- Hojas blancas o cuaderno.
- Lápiz.
- Información de diferentes fuentes relacionada con la solución de los problemas ambientales.

¿Cómo lo harán?

- Basados en la información recabada en la primera actividad, elaboren en el cuaderno un cuadro donde se identifique: el problema, causas del problema, la ubicación del problema y posibles soluciones planteadas por ustedes. Incluyan otra información en el cuadro que consideren necesaria. Tomen en cuenta la información de párrafos anteriores de esta lectura sobre las medidas a tomar para minimizar los problemas locales y globales, así como lo que puedan consultar en otras fuentes. También consideren las soluciones propuestas en la primera actividad y profundícenlas.

Problema	Causas	Ubicación	Soluciones

- Compartan el trabajo realizado por su equipo con el realizado por las compañeras y los compañeros de los otros grupos y con el profesor o profesora. Respondan: ¿cuál de los problemas trabajados es el más complejo de solucionar?, ¿por qué? ¿Cuál de los problemas trabajados es el más sencillo de solucionar?, ¿por qué?
- Elijan uno de los problemas y desarrollen un plan de acción para resolverlo. Tomen en cuenta: materiales que necesitan, recurso humano, instituciones que pueden colaborar, entre otros aspectos que consideren necesarios.
- Ejecuten el plan de acción y presenten los resultados en la escuela y en la comunidad beneficiada por esta acción.

Perspectiva venezolana

Nuestro país siendo uno de los países megadiversos del mundo tiene el potencial para realizar la labor de conservación, mantenimiento y buen uso de los ecosistemas, cuenta con un marco legal amplio, avanzado y vigente.

Biodiversidad, el potencial de un país parte de la diversidad de los espacios donde se establecen las especies y forman intrincadas relaciones. Venezuela y los países latinoamericanos cuentan con una amplia diversidad de ecosistemas que los potencian en diferentes áreas como la alimentaria, agrícola, producción de fármacos, materias primas, entre otras. Somos naciones constituidas por selvas, bosques, sabanas, desiertos y semidesiertos, páramos, arrecifes coralinos, todos sistemas con una alta capacidad de servicio para la sociedad venezolana y latinoamericana, pero de nosotras y nosotros dependen el uso sustentable y la permanencia en el tiempo de ellos.

Marco legal. Entre los referentes legales tenemos que en la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, en su preámbulo, se menciona que se debe asegurar el equilibrio ecológico que es patrimonio común e irrenunciable de la humanidad. También, en el capítulo IX de los derechos ambientales, en el artículo 127 se señala que el Estado protegerá la diversidad biológica y junto con la sociedad se garantizará un ambiente sano con especies vivas. Con respecto a la alimentación, en el título VI, capítulo I, artículo 305 de la Constitución, se indica que el Estado promoverá y le dará privilegio a una agricultura sustentable con el fin de garantizar la seguridad alimentaria de la nación.

La Ley Orgánica del Ambiente vigente en su artículo 12 señala que el Estado junto con la sociedad orientará acciones con el fin de lograr una adecuada calidad ambiental, desarrollo humano, mejoramiento y conservación de los ecosistemas y recursos naturales. En el artículo 48 de la misma ley, se plantean como medidas prioritarias la conservación de los ecosistemas frágiles, de alta diversidad genética y ecológica, y de las especies de plantas y animales vulnerables y endémicas, entre otros.

El artículo 10 de la Ley Orgánica de Seguridad y Soberanía Agroalimentaria, reconoce el derecho de todos a producir de manera sustentable y rechaza las prácticas de monocultivo intensivas controladas por el mercado.

Para saber más...

Venezuela es uno de los 17 países megadiversos del mundo. La mayoría de estos países son tropicales, albergan el 75% de la diversidad biológica del planeta y representan el 45% de la población mundial.



Figura 7.5. Los países en amarillo son los megadiversos

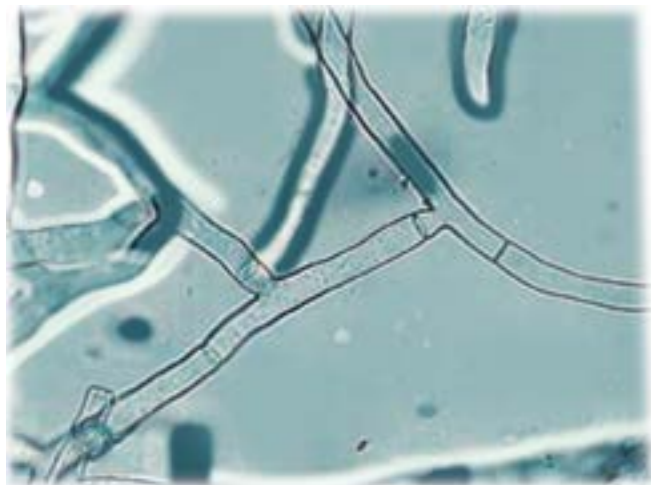
El potencial de la biodiversidad venezolana

Venezuela tiene una gran cantidad de especies y variedades autóctonas adaptadas a las condiciones climáticas y ecológicas de nuestra región. Por ejemplo, se conoce que las variedades de caraotas Coche, Cubagua y Margarita son resistentes al virus BCMV (virus del mosaico común de la caraota) (Trujillo y Saettler, 1972). En otro estudio, se encontró que la variedad Tacarigua es resistente al virus del mosaico sureño de la caraota, lo que evidencia la importancia de estudiar, conservar, mantener y producir las especies nativas en comparación con las especies introducidas o foráneas (Mora-Núñez, Borges y Trujillo, 2000).

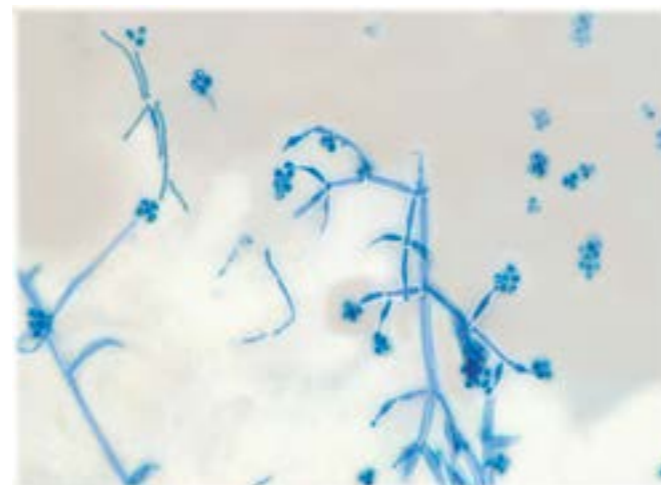


Figura 7.6. Planta de caraota

También se ha encontrado que el hongo *Trichoderma* aislado de suelos venezolanos, ejerce control de manera efectiva sobre el hongo patógeno que causa enfermedades en la papa, llamado *Rhizoctonia*, entre un 67% y 100%, o genera resistencia a la enfermedad por parte de la planta (García, 2011).



Rhizoctonia



Trichoderma

Figura 7.7. Imágenes de microscopio, tomadas de la página web de la Universidad de Wisconsin-Madison y de la Universidad de Adelaide

Para saber más...

En el estado Lara trabaja desde hace más de 30 años una cooperativa llamada La Alianza cuya fortaleza es el trabajo agroecológico. Esta cooperativa se dedica a la agricultura y está conformada por hombres y mujeres de la región. Actualmente cuenta con tres localidades afiliadas, llamadas seccionales, y que se ocupan en diferentes rubros como la lombricultura, abonos orgánicos y el control de plagas a través del uso de insectos controladores como *Trichogramma* y *Crisopa*.

Conocer las especies silvestres y variedades cultivables adaptadas nos permite obtener, de diferentes especies, lo que requerimos para vivir. Por ejemplo, el palmito es un producto comestible que se extrae de la palma manaca (*Euterpe oleracea*). A su vez, se han identificado otras especies como la palma moriche (*Mauritia flexuosa*) que es una fuente importante de alimentos para los waraos, ellos extraen de esta, harinas, vinos, entre otros productos, y el pijiguao (*Bactris gasipaes*), que no se industrializa y de la cual se puede extraer palmito.



Figura 7.9. Palma manaca, moriche y pijiguao. Waraos en tareas de extracción y procesando el palmito

Otras plantas conocidas como fuente de alimento, de escaso comercio y poco industrializadas, se generan de manera natural en diversas regiones del país y son parte de la dieta de nuestros pueblos indígenas y campesinos. El siguiente cuadro muestra algunas especies que son conocidas y utilizadas como alimentos:

Nombre de la especie	Nombre científico	Parte utilizada
Árbol del Pan	<i>Artocarpus altilis</i>	Fruto
Corozo	<i>Acrocomia aculeata</i>	Fruto
Cubarro	<i>Bactris sp.</i>	Fruto
Palma llanera	<i>Copernicia tectorum</i>	Fruto
Coquito	<i>Attalea ferruginea</i>	Fruto, tallo
Jobo	<i>Spondias mombin</i>	Fruto
Nuez del Brasil	<i>Bertholletia excelsa</i>	Fruto
Deweke (Yekuana)	<i>Astrocaryum cf. gynacanthum</i>	Fruto
Corocillo, cumare	<i>Astrocaryum gynacanthum</i>	Fruto
Dutare (Piaroa)	<i>Lacmellea microcarpa</i>	Fruto
Guada	<i>Dacryodes microcarpa</i>	Fruto
Ponsigué	<i>Sacoglottis cydanioides</i>	Fruto

Nuestros pueblos originarios no se limitan al uso de las especies como alimento, también, utilizan los recursos naturales provenientes de la biodiversidad para la fabricación de utensilios, artesanías y la construcción de sus casas. Entre las especies utilizadas para tales fines están:

Nombre de la especie	Nombre científico	Parte utilizada
Escobilla	<i>Sida cf. Setosa</i>	Tallo, hoja y flor
Tirita	<i>Ischnosiphon aroma</i>	Tallo
Voladora	<i>Desmoncus polyacanthos</i>	Corteza
Taparo	<i>Crescentia cujete</i>	Fruto
Chiquichiqui	<i>Leopoldinia piassaba</i>	Vaina foliar y hoja
Cují	<i>Prosopis juliflora</i>	Tallo
Guayaba	<i>Psidium guajaba</i>	Tallo
Cínaro	<i>Psidium caudatum</i>	Tallo
Tagua	<i>Phytelephas microcarpa</i>	Tallo
Sauce	<i>Salix humboldtiana</i>	Tallo
Tuno blanco	<i>Solanum spp.</i>	Tallo
Teca	<i>Tectona grandis</i>	Tallo

La industrialización de estas especies debe darse de manera sustentable con el mínimo riesgo y daño a los sistemas naturales que las albergan. De no ser así, estaríamos contribuyendo al deterioro y destrucción de los ecosistemas para obtener sus servicios, es decir, no debemos regresar a la práctica convencional de agricultura, industria y comercio basada en los agroquímicos y la explotación irracional del ambiente, que destruyen los suelos y contaminan las aguas.

El agua como fortaleza de una nación. Recursos hídricos

Venezuela es un país suramericano y como parte de este subcontinente contamos con una amplia cantidad de recursos hidrológicos. Sólo Suramérica posee el 30% del agua del mundo, tanto en fuentes superficiales como subterráneas.

En nuestro país existen extensos ríos, lagos y grandes cuencas, que son reservorios de agua potable para el consumo presente y futuro de nuestra sociedad. La cantidad de recursos hídricos de la nación, se calcula en 1.320 km³ de agua superficial al año y las fuentes subterráneas en 227 km³ de agua al año. El 85% de tales recursos se encuentran en la margen sur del río Orinoco y el resto en la zona norte del país.

El territorio venezolano está dividido en 16 regiones hidrográficas que van desde la cuenca del lago de Maracaibo, pasando por el lago de Valencia, la zona hidrográfica central, hasta la región del Amazonas y del Alto Orinoco.

Como ejemplo del uso de este potencial podemos destacar la generación de electricidad. La Corporación Eléctrica Nacional (Corpoelec) reporta que el 62% de la energía eléctrica que usamos las venezolanas y venezolanos es de origen hidroeléctrico y se produce principalmente en Guayana, en el río Caroní.

Conocer las potencialidades hídricas del país es importante para el buen uso de estos recursos. Nuestros esfuerzos deben estar dirigidos a la conservación, concientización de la sociedad y distribución equitativa del agua en la población.



Figura 7.10. Regiones hidrográficas de Venezuela. Tomado del Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, 2007

Nuestro reto, la sustentabilidad

¿Cómo y dónde comenzar a trabajar en favor del ambiente? Desde tu casa, nuestras escuelas, la comunidad, los lugares más cercanos y más accesibles a ti, con tus amigas, amigos, vecinas y vecinos, puedes comenzar a trabajar. Cada persona tiene la capacidad de transformar su entorno, de hacer sustentables muchas de sus actividades. Debemos promover la reducción: usar menos cosas y hacer que nos duren más, para no destruir tantos recursos naturales. También ayudan el reciclaje y la reutilización de materiales como hojas de papel o cartón, vidrio, aluminio, entre otros. Es importante colocar la basura en los lugares destinados para ello, gastar sólo el agua necesaria y evitar las pérdidas por llaves o equipos en mal estado, así como usar prudentemente la energía eléctrica (apagar luces y usar cuando sea necesario los aires acondicionados a temperaturas superior 25° C). Infórmate y a su vez informa a otros de lo que podemos hacer, conviértete en una comunicadora o en un comunicador de las acciones a tomar.

Todo el potencial natural del país y el marco legal existente no materializarán las metas sobre seguridad alimentaria y conservación ambiental por sí solos, si no colaboramos todos los venezolanos y venezolanas asumiendo la problemática. Por esto es necesario, fomentar el acceso al conocimiento sobre la biodiversidad y sus beneficios, ayudar a la sembradora y al sembrador a mejorar su calidad de vida, ser activos en la defensa de nuestros recursos y potenciales, aprovechar nuevas tecnologías e innovar en la mejora de estas para que contribuyan a conservar los ecosistemas.

Sabemos que uno de los mayores problemas que amenaza a los sistemas naturales es la falta de conocimiento, por esto, debemos educarnos como ciudadanas y ciudadanos, abrir la conciencia de lo que somos y mirar cómo queremos que sea nuestro futuro. Incorporándonos a acciones concretas nos educaremos mejor mientras actuamos: acciones como las que ya hemos mencionado y otras como ser miembro de un centro ambiental estudiantil, colaborar con una asociación ecologista, participar en campañas dentro de nuestra comunidad, o denunciar problemas por los medios de comunicación. ¡Es por la vida!



Poema-canción Piaroa

Merica es la muchacha que amo.
Danzo contigo, Merica.
Tu mano es como el fruto tierno
de la palma.
Tu pie,
como el cono de algodón,
liviano y silencioso.
tu aliento tiene el gusto
de la piña,
pero en tu boca no hay espinas

Pereira, Gustavo. (2001).
*Costado Indio. Sobre poesía indígena
venezolana y otros textos.*



Actividades de autoevaluación

1. Identifica en cuál de las regiones hidrográficas mostradas anteriormente te encuentras, realiza una lista de los problemas que se presentan en este espacio geográfico y plantea las acciones que se pueden tomar a nivel institucional y personal para resolverlos.
2. Escribe tu opinión sobre los problemas locales y globales que afectan a los sistemas naturales. Reflexiona: ¿cómo es la huella que dejas día a día sobre los sistemas naturales? Descríbela. ¿Eres un factor pasivo o activo en la solución de los problemas de tu comunidad? Si eres pasivo, ¿de qué manera puedes cambiar? ¿Qué recomendaciones le darías a las instituciones nacionales y mundiales para resolver los problemas que generamos sobre los ecosistemas?
3. Realiza una visita al Instituto Nacional de Estadística (INE) o a su página web (<http://www.ine.gov.ve/>) e investiga: ¿Qué relación tiene el censo realizado en el año 2011 con las propiedades de una población? ¿Cuál es el objetivo del censo del año 2011? ¿Cómo contribuye la información de dicho censo en la solución de los problemas socio-ambientales?



Muchas son las expresiones que se usan para comunicar el vínculo recíproco entre el agua y la vida. Quizás has escuchado decir: “el agua es vida”; “sin agua, no hay vida” o “el agua es un líquido vital”. Estas frases nos muestran que la vida en la Tierra está asociada a la presencia del agua. Además, hoy sabemos que la vida surgió en ella y que no hay sustituto para el agua.

Cuando estudiamos la relación del agua y la vida en el mundo de hoy, encontramos que el agua juega un rol crucial para mantener la vida y para la obtención de alimentos y la salud.

Para que un ser humano tenga un óptimo bienestar es indispensable que posea salud como persona individual y como ser social. Ese pleno bienestar que llamamos salud integral, se consigue garantizando el acceso al agua, entre otros derechos y garantías. Por esto, decimos que el agua y la salud integral son una pareja inseparable.

En esta lectura, encontrarás algunas respuestas a ¿cómo se originó la vida en el agua? ¿Cómo se ha mantenido casi inalterable la cantidad del agua originaria desde su aparición en el planeta hace miles de millones de años? ¿Cómo se renueva el agua? ¿Cuáles son las amenazas que existen para la renovación del agua? y ¿cómo se relacionan el acceso al agua y la salud integral?

La vida surgió en el agua

Una de las preocupaciones más antiguas del ser humano ha sido conocer cómo se originó la vida. Encontrar respuestas a esta interrogante es uno de los temas que inquieta a investigadoras e investigadores de diversas áreas en biología, bioquímica, genética, geología, biogeografía, astronomía, entre otras ciencias.

Este estudio confronta algunos obstáculos. Uno de ellos tienen que ver con su antigüedad, ya que el origen de la vida es muy lejano en el tiempo. Otro obstáculo consiste en que, por ahora, sólo sabemos de la existencia de vida en la Tierra.

Como todavía conocemos poco acerca de los mecanismos que dieron origen a la vida a partir de materiales inorgánicos, la búsqueda de explicaciones ha apuntado a la descripción de los potenciales escenarios en los que esta pudo originarse y al rastreo de huellas de vida en ellos.

Para saber más...

El geólogo español Francisco Anguita escribió en 2002: “Nadie puede ser testigo de su propio nacimiento, pero esperamos aprender viendo otros partos planetarios”, para referirse a cómo se desentraña el origen del planeta y del sistema solar, mediante el estudio de astros en formación. ¿Será que podremos observar también cómo se está originando la vida en esos astros?

Los **fósiles** son evidencias de la vida antigua preservadas en las rocas, se estudian como huellas para reconstruir el origen de la vida ¿Has visto algún fósil? Los más antiguos hallados hasta ahora tienen una edad cercana a 3.550 millones de años. Se cree que debieron existir otros fósiles anteriores a estos, que no pudieron ser preservados por los sucesivos cambios (graduales y catastróficos) a los que ha estado sometida la Tierra, por eso se estima que la vida se originó hace 3.800 millones de años.



Fuente: Richard Fortey.



Fuente: John Cancalosi.

Figura 8.1. Fósiles

En esa época, todavía la Tierra era un ambiente hostil ya que estaba muy caliente y con abundante actividad volcánica. La atmósfera no la protegía de los rayos solares dañinos, persistía el bombardeo de asteroides y cometas, en suma, un panorama incierto para organismos vivos. No obstante, la vida emergió resistiendo las adversidades ambientales.

Las primeras explicaciones sobre el origen de la vida datan de muchos años. En la antigua Grecia, pensadores como Aristóteles (384 a.d.n.e.-322 a.d.n.e.) basaban sus explicaciones en la idea de la **generación espontánea**, según la cual, los seres vivos provenían directamente de materias inertes sin sufrir ningún tipo de proceso previo, simplemente aparecían. Cerca de 2.000 años después, científicos como Louis Pasteur se encargaron de demostrar que la generación espontánea de la vida era una idea errónea.

Desde 1871, Charles Darwin, pionero de la teoría del origen y la evolución de las especies, propuso que la vida pudo surgir en un ambiente acuático, poco profundo, salado y tibio. Un siglo después, se propone un escenario muy parecido a este: charcos formados en las zonas de fluctuación de las mareas de un mar antiguo y templado. En ambos casos, se intentaba dar con una especie de ambiente parecido a un "caldo" que acunó a los primeros organismos vivos a partir de ciertas sustancias químicas que se combinaron para constituir los materiales precursores de la vida. El primer científico que presentó esta noción de caldo primordial o sopa prebiótica, fue Alexander Oparin en 1923. Tanto las ideas de Darwin como las de Oparin fueron muy cuestionadas en su época, sobre todo por las implicaciones que tenían para las creencias religiosas.

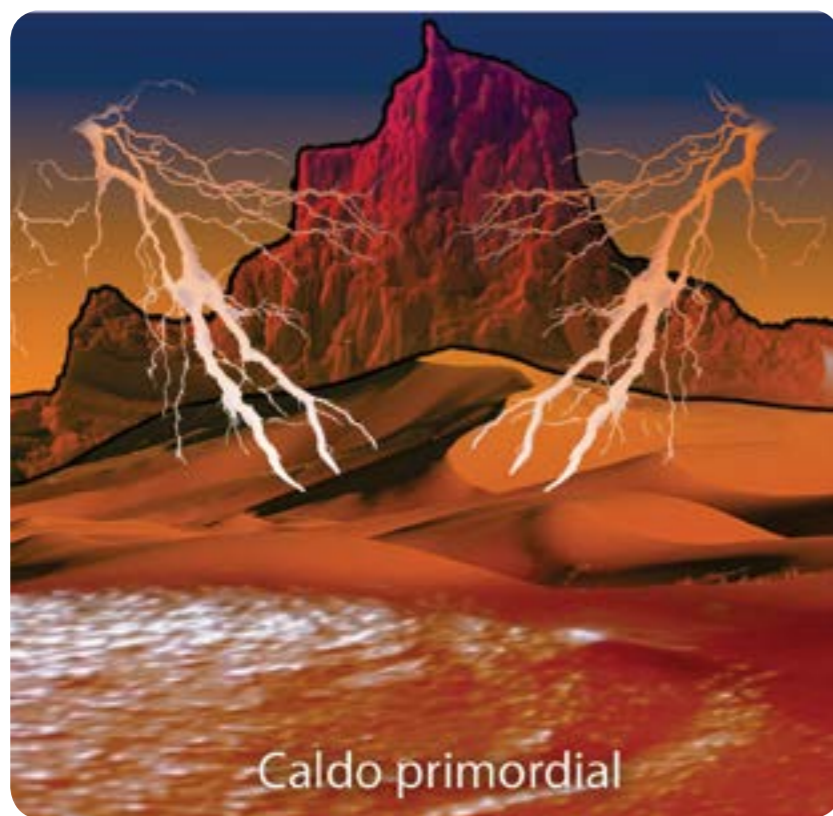


Figura 8.2. La superficie terrestre y el caldo primordial

El planteamiento central de Oparin se refiere a la evolución de la materia inorgánica muy simple, hasta hacerse más compleja gracias a sucesivas combinaciones, para dar luego paso a estructuras con el metabolismo característico de los organismos vivos. Su hipótesis tiene algunos detractores quienes piensan que en estos ambientes no había condiciones para que se formara la sopa **prebiótica**, a partir de la cual surgiría la primera y más antigua célula viable, conocida por el nombre de **LUCA**, siglas en inglés de "el más antiguo antepasado común universal".

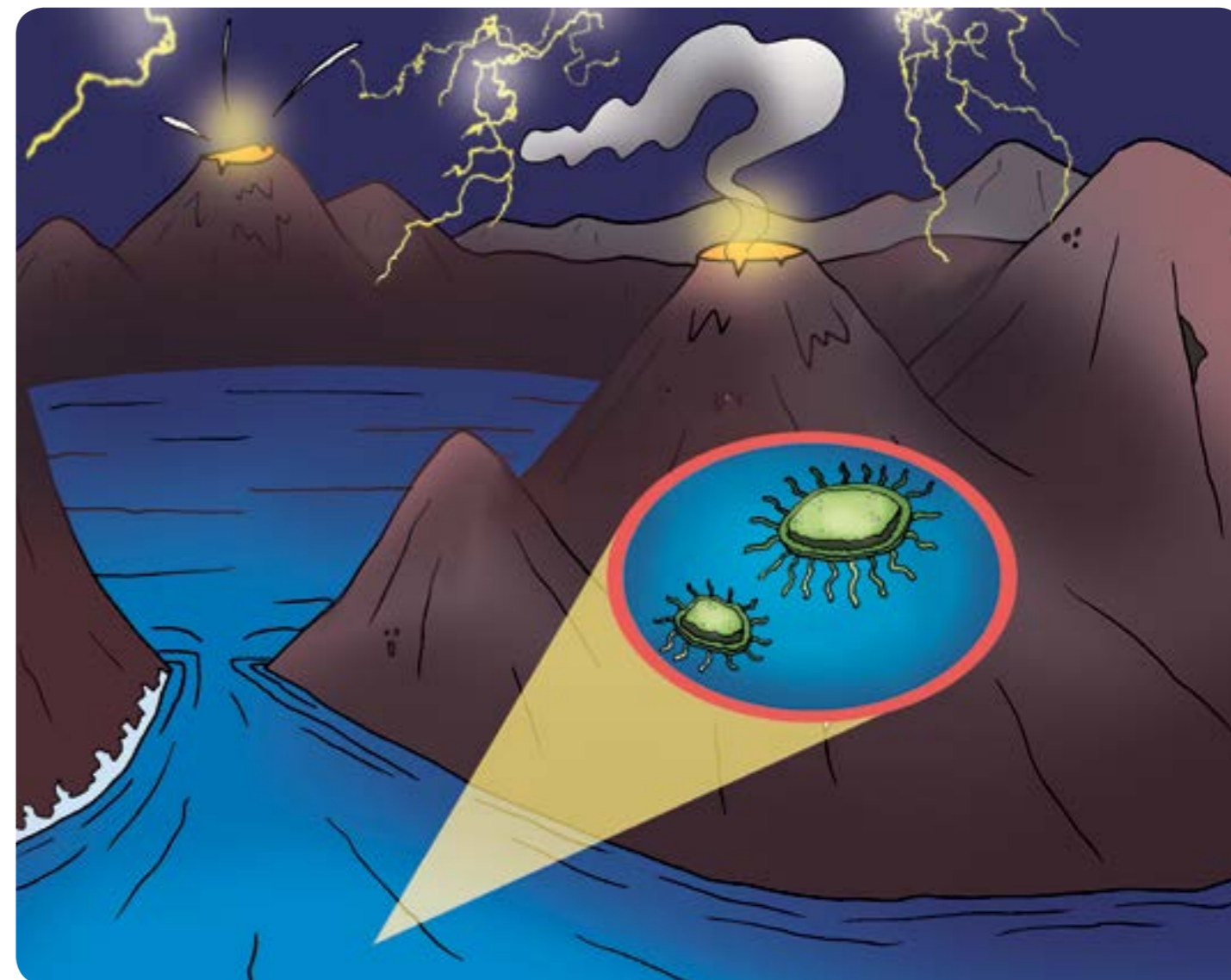


Figura 8.3. Zona intermareal de la Tierra primitiva e imagen muy ampliada de ejemplares de LUCA.

Hoy en día, se han hallado microorganismos desconocidos en ambientes acuáticos con **chimeneas submarinas**. Se trata de aperturas por donde brota agua del fondo oceánico a más de 400° C, cargada de materiales y gases en disolución; alrededor de tales chimeneas abunda la vida y proliferan bacterias, que no necesitan la luz solar para sobrevivir, sino que extraen la energía de los compuestos disueltos en el agua. Por esto se las llama **bacterias quimiosintéticas**.

Para saber más...

Al conjunto de organismos que habitan en este particular ecosistema submarino se les llama **termófilos** o **extremófilos** por su capacidad para vivir en condiciones extremas de altas temperaturas, ausencia casi absoluta de oxígeno y de luz solar y abundancia de compuestos de azufre. Condiciones todas perjudiciales para muchos otros seres vivos.



Figura 8.4. Chimenea submarina

Lo sorprendente de este hallazgo es que las investigaciones señalan que estos ambientes se asemejan a como debió ser la Tierra hace entre 4.000 millones de años y 3.800 millones de años. Por ello, se cree que la vida pudo surgir allí y la primera célula viable o LUCA, debió ser muy parecida a esas bacterias quimiosintéticas.

Más recientemente, a partir de los hallazgos de posible actividad orgánica en asteroides y meteoritos que cayeron sobre la Tierra, se está reconsiderando la hipótesis de la Panspermia planteada a principios del siglo XX que proponía un origen extraterrestre para la vida. Ahora bien, esta explicación indica probablemente que los meteoritos que trajeron la vida a la Tierra, debieron caer en ambientes propicios que han debido ser acuáticos para acunar la nueva vida.

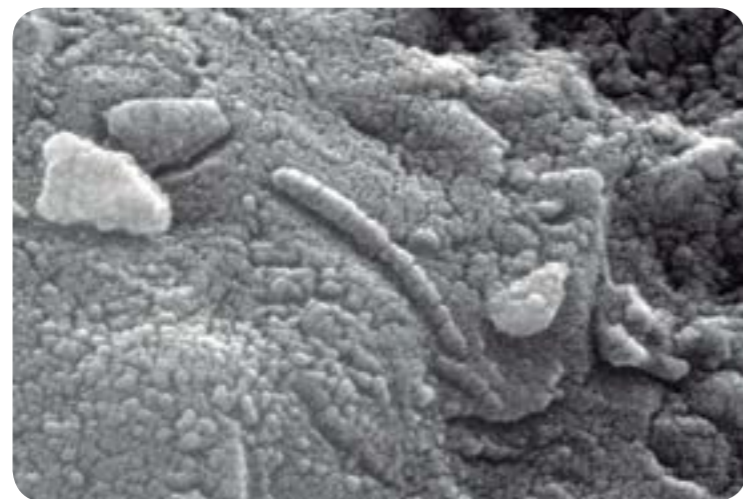


Figura 8.5. Foto de estructuras microscópicas tubulares del meteorito ALH84001 que podrían ser restos de microorganismos o huellas de su actividad.
Fuente: NASA

Como te imaginarás, esta idea ha conmocionado a la opinión pública mundial e incluso, a la comunidad científica: ¡hemos estado buscando extraterrestres durante años y quizás nuestros antepasados biológicos pudieron serlo!

Todavía la interrogante sobre el origen de la vida tiene respuestas muy controversiales y tentativas. Lo que sí parece un rasgo común en tales explicaciones, es la presencia de agua líquida para el surgimiento de la vida. Desde entonces, el agua y la vida se encuentran íntimamente asociadas. La renovación permanente del agua terrestre, acompañó y acompañará la evolución de la vida en el planeta.

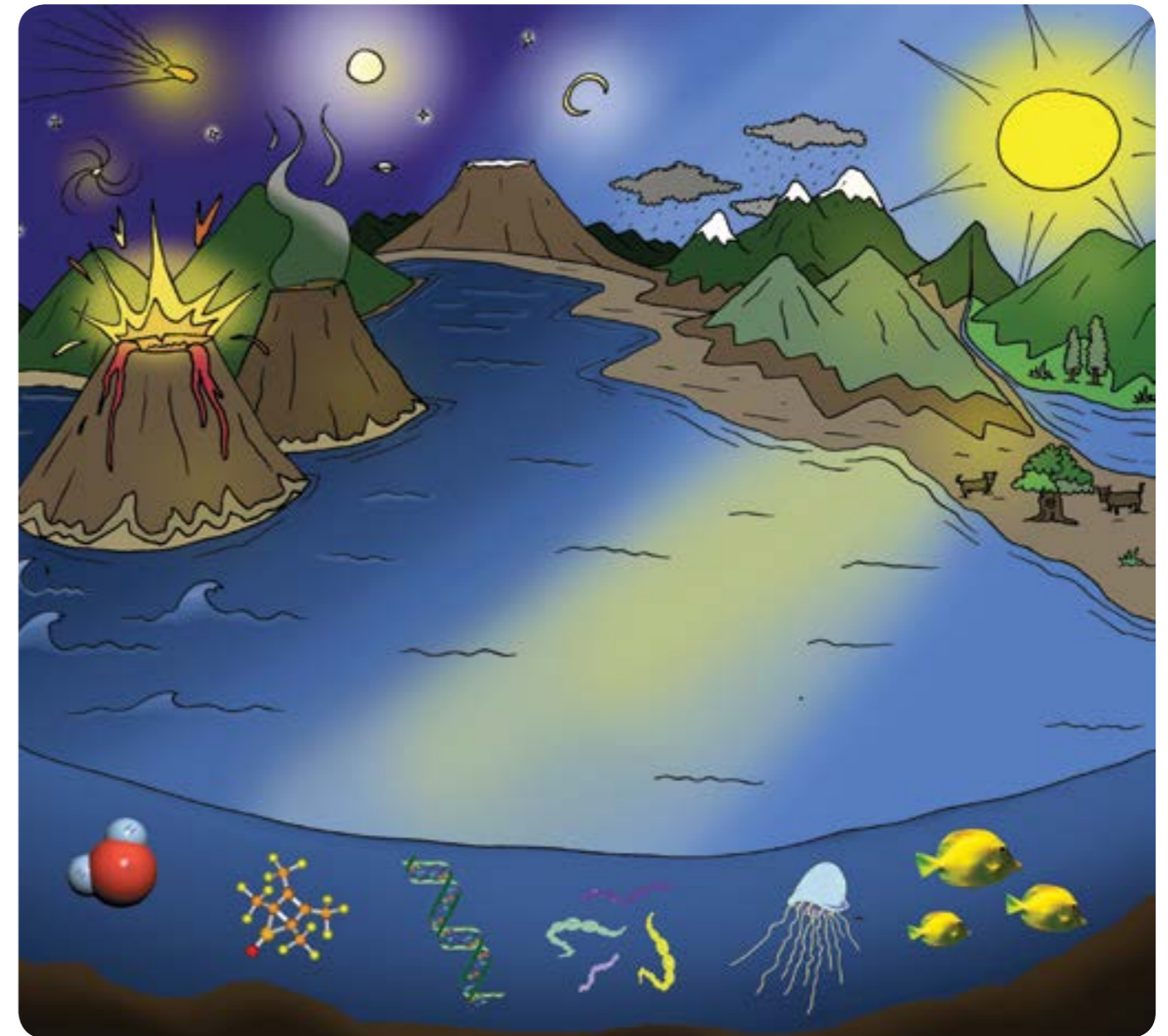


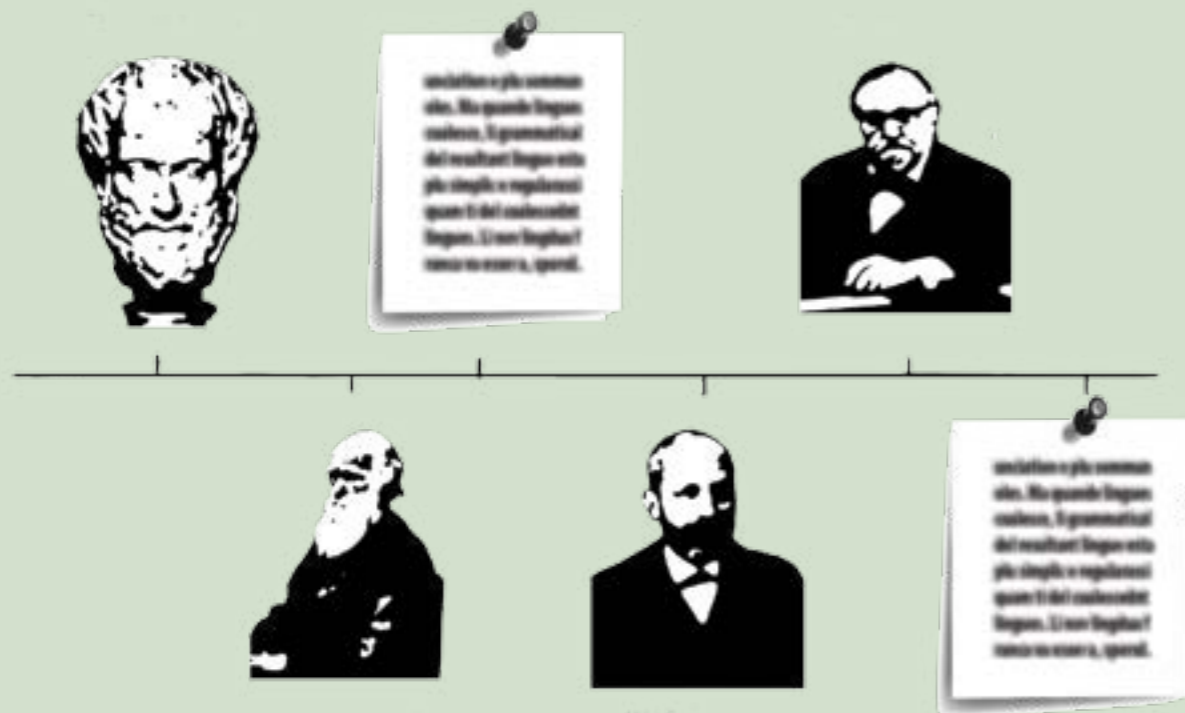
Figura 8.6. El pasado y el presente de los ambientes acuáticos propicios para el origen y desarrollo de la vida



¡Aprendamos un poco de historia de la ciencia!

En esta actividad vamos a recabar información sobre el desarrollo histórico del conocimiento científico, tomando como tema el origen de la vida. Vamos a reconstruir los aportes de las diferentes disciplinas científicas en este campo.

- Busquen información sobre las distintas hipótesis científicas para explicar el origen de la vida en diferentes fuentes de información: libros, enciclopedias, revistas de divulgación científica, Internet, entre otras. Pueden también entrevistar a personas conocedoras del tema.
- Preparen fichas de resumen con la información.
- Integren las informaciones encontradas y construyan una línea del tiempo, en la que señalen y ordenen cronológicamente los hechos y personajes históricos más significativos en el avance del conocimiento sobre el origen de la vida. Incluyan imágenes y textos escritos para cada hecho o personaje.



- Analicen la biografía de los personajes que forman parte de su línea del tiempo. ¿En qué campo o campos de la ciencia trabajaron o trabajan?
- Con la información recolectada e integrados en equipos de trabajo, diseñen un juego sobre el origen de la vida. Puede ser un juego de memoria, de recorrido sobre un tablero, de cartas o barajas, de seleccionar tarjetas con preguntas, o cualquier otro que deseen crear. Júguenlo y disfruten aprendiendo.

¿El agua se renueva?

Como sabes, el agua forma parte de reservorios naturales que constituyen la hidrosfera o esfera del agua de nuestro planeta. Es importante que recuerdes que la hidrosfera no sólo está integrada por el agua líquida. También forman parte de ella, el agua que se encuentra en estado sólido, en hielos o nieves, y la que está en estado gaseoso formando parte del aire.

El agua tiene la capacidad para “moverse” o fluir de un lugar a otro del planeta. Es decir, de migrar de una geosfera a otra, al pasar naturalmente de un reservorio a otro mediante una constante y dinámica circulación que hace que se renueve.

En la figura 8.7, puedes apreciar una representación de las cuatro geosferas terrestres, con flechas que indican el movimiento del agua.

Observa que las flechas son de doble sentido para señalar que se trata de un tránsito reversible. A este fenómeno se le denomina **flujo de la materia** y en este caso, la materia es el agua. Entonces, la renovación consiste en la capacidad que el agua tiene para circular de un lugar a otro como materia.

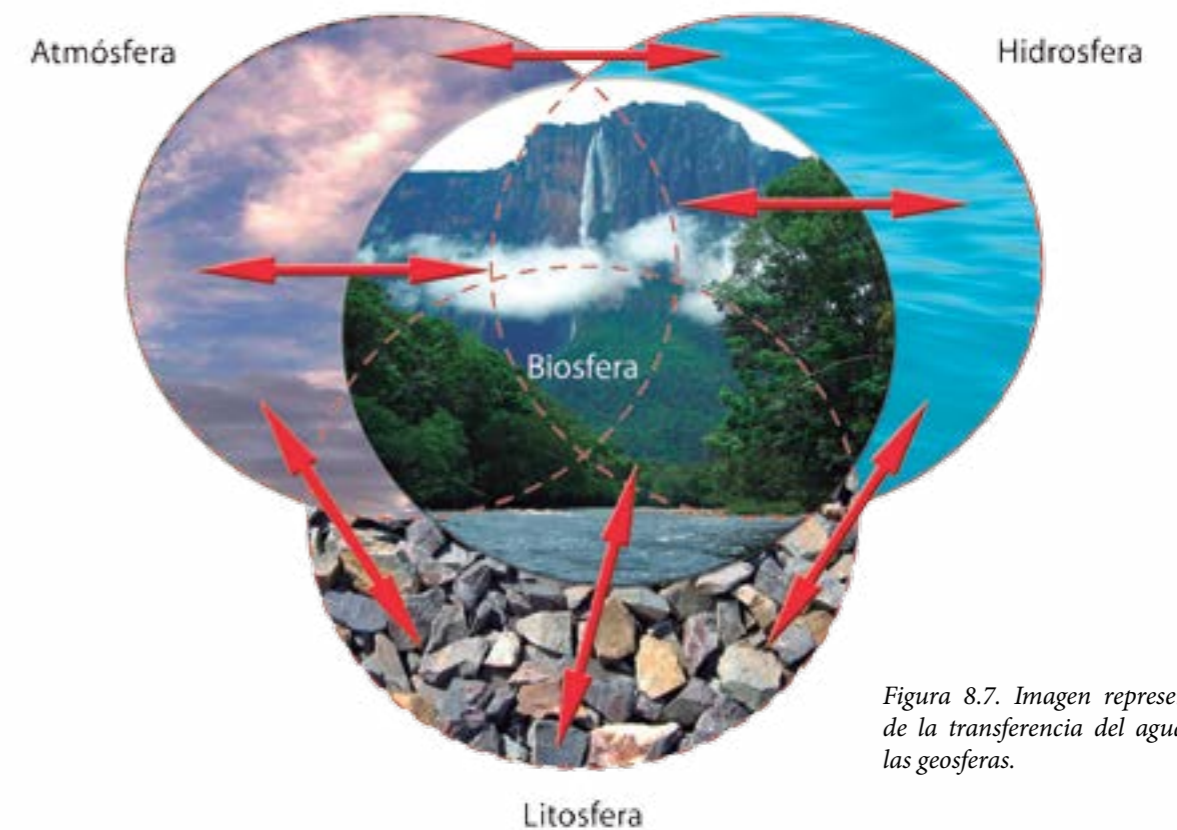


Figura 8.7. Imagen representativa de la transferencia del agua entre las geosferas.

Además, el agua se renueva cuando pasa de un estado físico a otro, ya que al cambiar de estado, la materia también se mueve. En la figura 8.8, se presenta un esquema que resume los diferentes estados físicos del agua y los procesos que generan estos cambios de estado.

Observa el esquema e identifica el nombre de cada proceso que provoca el cambio de estado físico del agua. Veamos:

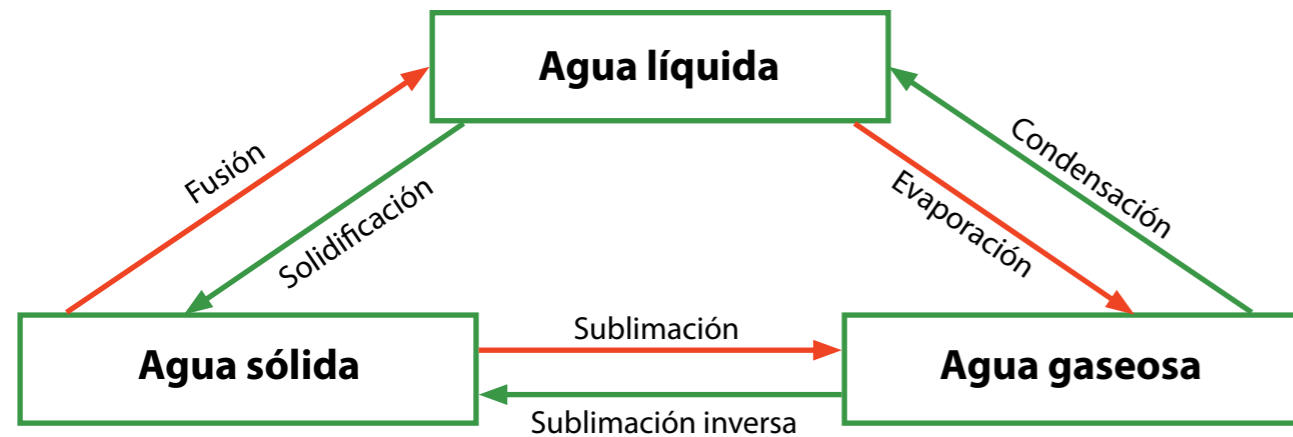


Figura 8.8. Esquema de procesos y cambios de estado del agua

- **Evaporación:** es el paso del agua de estado líquido a gaseoso.
- **Sublimación:** es el paso del agua en estado sólido a la fase gaseosa.
- **Sublimación inversa:** es el cambio del agua de estado gaseoso a estado sólido.
- **Condensación:** es el paso del agua de estado gaseoso a líquido.
- **Fusión:** proceso mediante el cual el agua sólida pasa a estado líquido.
- **Solidificación:** proceso que cambia el agua de estado líquido a sólido.

Es importante que recuerdes que, dependiendo de su estado físico, el agua recibe nombres diferentes, por ejemplo: vapor, nieve, lluvia, escarcha, hielo, granizo, rocío, nube, neblina, humedad atmosférica, entre otros. En todos estos casos es agua (H_2O), por tanto, siempre es la misma sustancia. Estos diversos nombres se usan para distinguir que el agua se encuentra en un estado físico diferente, o que se encuentra almacenada en un reservorio natural distinto.



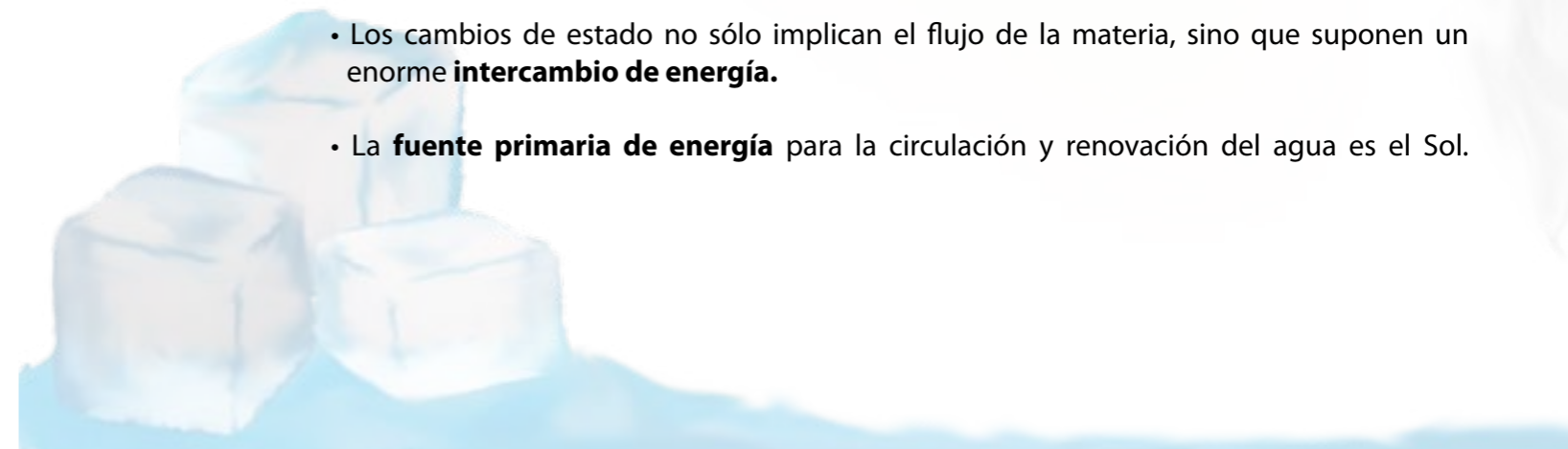
Seguramente te preguntarás: ¿qué provoca estos procesos de cambio de estado y de circulación del agua de un reservorio a otro? Para que se provoque la renovación del agua es necesario que haya una fuente de energía.

El Sol es la fuente primaria de energía que hace que el agua se movilice y circule por medio de los procesos en los que cambia de estado. El Sol emite energía y la transfiere al agua, lo que se manifiesta en aumento de su temperatura, al hacerlo, el agua puede llegar a alcanzar las condiciones de temperatura y presión necesarias para pasar a otro estado o fase. En ese punto se produce el cambio de estado. En otros casos, es el agua la que transfiere su energía almacenada, lo que se manifiesta en la disminución de su temperatura, produciéndose así un nuevo cambio de estado.

Ahora podemos volver a ver el diagrama de la figura 8.8. Observa que algunos procesos de cambio de estado tienen flechas azules y otros rojas. Con las rojas representamos los procesos en los que al agua se le transfiere energía y pasa desde un estado de menor temperatura a otro en el que su temperatura se eleva. ¿Cuáles son estos procesos? En cambio, con las flechas azules representamos los procesos en los que el agua transfiere su energía para pasar desde un estado donde tiene mayor temperatura a otro estado donde su temperatura desciende. Identifica estos procesos en el diagrama. De esta manera, podemos concluir que en la renovación del agua, al cambiar de estado, hay un importante **intercambio de energía**.

Con lo que hemos visto hasta ahora, podemos sintetizar algunas de las ideas trabajadas para responder la pregunta sobre si el agua se renueva. Hemos discutido que:

- El agua se renueva al cambiar de estado y al cambiar de localización en el planeta.
- La renovación del agua es una manifestación del **flujo de la materia**, pues el agua es materia en movimiento y circulación entre las diferentes geosferas.
- A la materia que es el agua, le damos diferentes nombres para distinguir el estado en que se presenta o la posición que ocupa en el proceso de renovación.
- Los cambios de estado no sólo implican el flujo de la materia, sino que suponen un enorme **intercambio de energía**.
- La **fente primaria de energía** para la circulación y renovación del agua es el Sol.



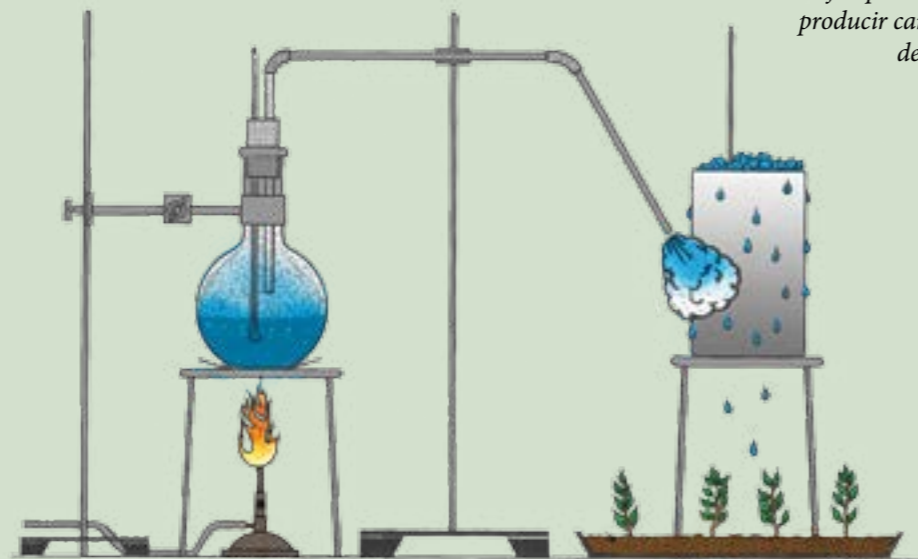


¡Provoquemos cambios de estado en el agua!

Van a diseñar procedimientos para producir secuencias de cambios de estado del agua. Te recomendamos que trabajen en grupo, en un ambiente tipo laboratorio y con la ayuda de tu profesor o profesora de Ciencias Naturales.

¿Qué harán?

- Diseñen sus montajes siguiendo secuencias de procesos, por ejemplo: fusión- evaporación-condensación; solidificación-fusión- evaporación; o cualquier otra serie encadenada de procesos que les sea posible con los materiales y equipos que estén a su alcance. En la figura te presentamos un montaje de laboratorio para una secuencia, donde se incluyen soportes, recipientes de vidrio que pueden calentarse o enfriarse, termómetros, tubos de vidrio, conectores, cocinas o mecheros.



Ejemplo de montaje para producir cambios de estados del agua.

- Pongan especial cuidado en la transferencia de energía, para determinar así, los procedimientos que deben incluir en cada montaje. Recuerden que en ocasiones tendrán que hacer que se eleve la temperatura del agua y en otros casos, deben bajarla para que se produzca el cambio de estado. Es decir, deben suministrar o hacer que se libere energía, según cada proceso.
- Describan cada proceso de la secuencia realizada, indicando en lo posible los valores de temperatura y presión que tiene el agua en cada estado y la dirección de transferencia de la energía.
- Identifiquen el nombre de cada proceso y el nombre que recibe el agua bajo el estado físico obtenido.

El ciclo del agua

Al movimiento natural de cantidades de agua almacenada en las geosferas terrestres lo denominamos ciclo del agua o **ciclo hidrológico**. En esta constante circulación, el agua va cambiando de estado y de ubicación, a través de los procesos que ya estudiamos. En otras ocasiones, el agua cambia de posición sin que ocurran cambios en su estado físico. En este caso, se trata de los procesos de **precipitación, escorrentía, infiltración y surgencia**. En ellos, el agua se mueve desde la atmósfera hacia la superficie de las tierras y las aguas; circula sobre la superficie terrestre; se cuela a través de los suelos; se almacena en las porosidades del subsuelo para, finalmente, brotar desde el subsuelo hacia la superficie, respectivamente.

Como ya sabemos, para que estos procesos se produzcan es necesaria la energía solar, la fuerza de gravedad y el desplazamiento de las masas de aire de la atmósfera. El ciclo hidrológico es, por tanto, el conjunto de procesos que han permitido la renovación permanente y la conservación de la cantidad del agua terrestre desde su formación hasta la actualidad.

Veamos el modelo del ciclo hidrológico que se presenta en la ilustración, allí se resumen todos los procesos que garantizan esa renovación y circulación del agua.

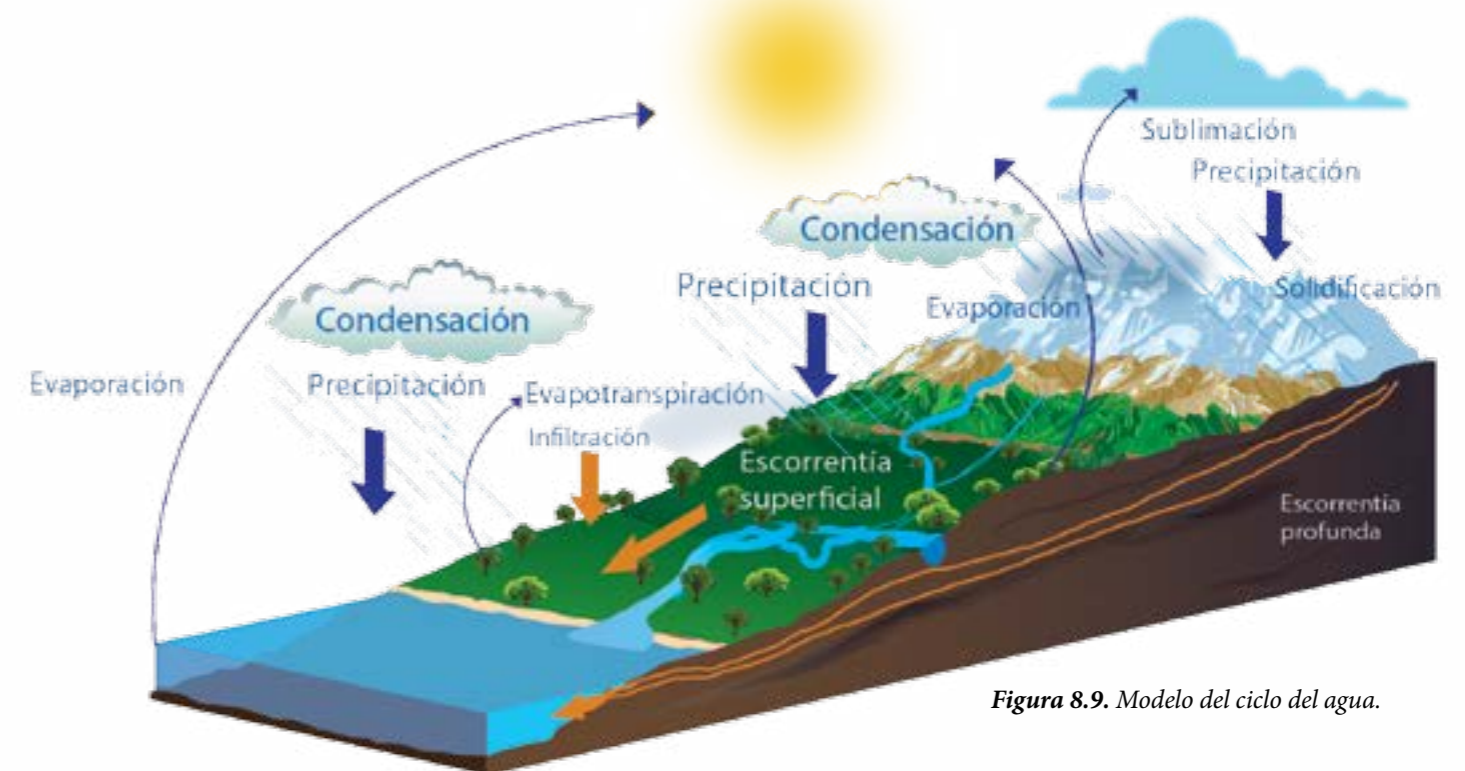


Figura 8.9. Modelo del ciclo del agua.

Observa que este modelo representa lo que llamamos una **cuenca hidrográfica**, o una unidad del territorio donde las aguas superficiales convergen hacia un río principal. Fíjate que del relieve, de la vegetación, del mar y del río, surgen y retornan flechas que indican la circulación del agua. En cada flecha se coloca el nombre del proceso que se está representando. Observa que el ciclo no es lineal ni unidireccional, es decir, el agua no sigue una trayectoria única.

Es importante distinguir que en el ciclo hidrológico, existen tres etapas: la que ocurre a nivel de la atmósfera o **etapa atmosférica**; la **etapa superficial** que es, quizás la más evidente para todas y todos; y la **subterránea** que transcurre en el interior de los suelos y el subsuelo. Todas estas etapas integran el ciclo hidrológico. Si faltara alguna, el ciclo sería incompleto y el agua vería limitada su capacidad de renovación.

La etapa atmosférica del ciclo hidrológico

Esta etapa del ciclo del agua consiste en el conjunto de procesos que mantienen al agua almacenada y circulando a nivel de la atmósfera. El agua atmosférica puede encontrarse en cualquiera de los tres estados. ¿Has pensado alguna vez cómo llega el agua allí?

El agua atmosférica en estado gaseoso la llamamos **vapor de agua o humedad atmosférica**. El vapor es un gas invisible presente en el aire. Fíjate que cuando decimos humedad, nos estamos refiriendo al agua gaseosa presente en el aire. A pesar de que, en lenguaje coloquial, se diga que algo está "húmedo" cuando contiene pequeñas cantidades de agua líquida.

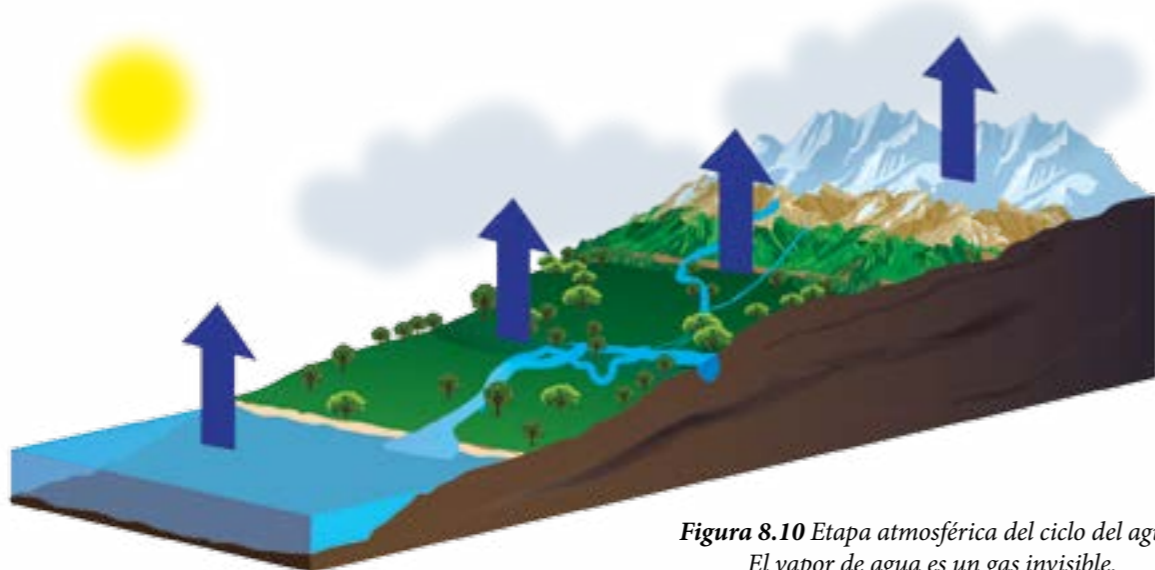


Figura 8.10 Etapa atmosférica del ciclo del agua.
El vapor de agua es un gas invisible.

El vapor de agua se obtiene por **evaporación** de los reservorios superficiales como ríos, lagos, mares u otros reservorios de agua líquida.

También el vapor de agua atmosférico se obtiene por **evapotranspiración** del agua contenida en los seres vivos y el suelo. En este proceso, las plantas y los animales expulsan, al transpirar o respirar, pequeñas cantidades de vapor de agua a partir del agua líquida que consumen para desarrollar sus funciones vitales.

Para saber más...

Hay una falsa idea de que la evaporación sólo ocurre sobre las superficies oceánicas y marítimas. Si esto fuera así, ¿te imaginas cómo haríamos para que luego de las lluvias se secaran las superficies mojadas? e incluso, ¿cómo podríamos secar la ropa cuando la extendiéramos al Sol?

Otra fuente de vapor de agua es la sublimación de las aguas congeladas en forma de nieves, hielos, icebergs y glaciares. En este proceso, que ocurre en las zonas heladas, se requiere mucha energía para que se eleven las temperaturas del agua sólida. Su aporte a la cantidad de vapor de agua en la atmósfera es pequeño, si lo comparamos con la evaporación y la evapotranspiración.

En la figura 8.11 se representan los procesos del ciclo hidrológico responsables del aporte de vapor de agua a la atmósfera.

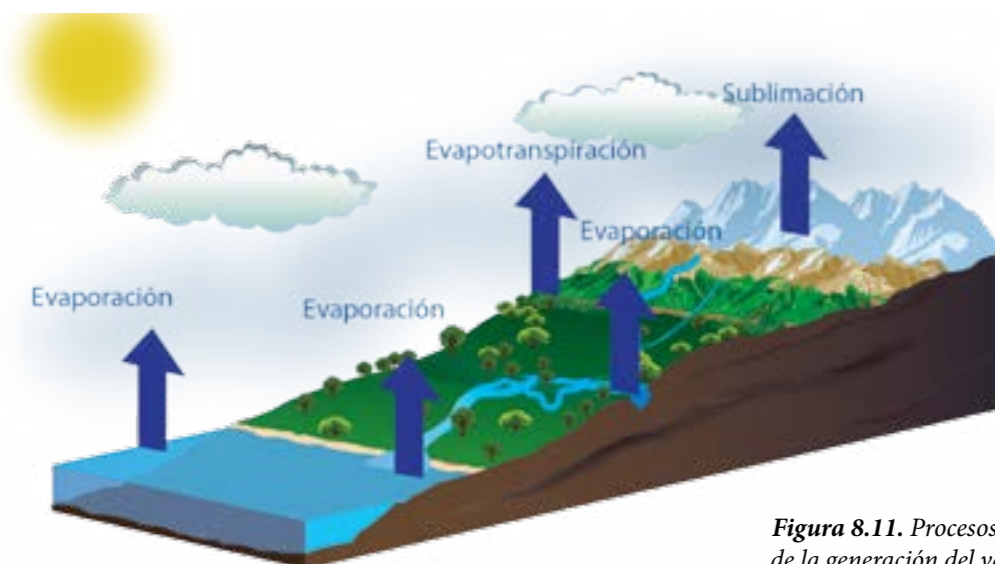


Figura 8.11. Procesos responsables de la generación del vapor de agua.

Al **agua atmosférica en estado líquido** la llamamos **nube, niebla, neblina o rocío**. Como existe la falsa creencia de que las nubes son vapor de agua, recuerda siempre que las nubes, neblina y otras formas ya mencionadas, son agua condensada es decir, son pequeñas gotitas de agua. Pero, ¿de dónde proviene el agua líquida que hay en la atmósfera?

El vapor de agua presente en la atmósfera se enfría cuando asciende y se condensa originando las nubes. En la figura 8.12, se representa el proceso de **condensación**. Observa la imagen y aprecia cómo se indica gráficamente la formación de nubes a partir del vapor de agua.

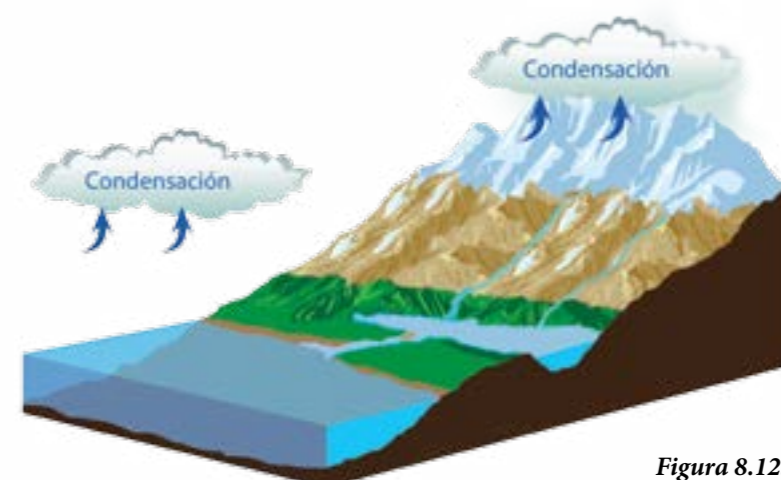


Figura 8.12. Condensación

Las gotitas de agua líquida que se forman por condensación se posan sobre pequeñas partículas de polvo y cenizas de la atmósfera estas, son los núcleos de condensación que se mantienen flotando por su pequeño tamaño y por las corrientes de aire ascendentes que las sostienen.

Existen otras formas de condensación que ocurren al alcance de nuestra vista. Es la formación de rocío o esa agua líquida que podemos apreciar en las mañanas frías sobre cualquier superficie, sin que haya llovido.

Resumamos entonces, el agua líquida atmosférica en forma de nubes, neblina, niebla o rocío se origina por: **a)** por la condensación del vapor de agua atmosférico proveniente de la evaporación de aguas de reservorios como ríos, mares, lagos y océanos; **b)** la condensación del vapor proveniente de la evapotranspiración de suelos y seres vivos; **c)** por la condensación del vapor de agua resultante de la sublimación de masas de hielo.

Seguramente, ya te has dado cuenta de que los procesos de formación de vapor de agua y la condensación son **interdependientes**, porque sin la existencia de los primeros no es posible que ocurra la condensación.

Agua sólida presente en la atmósfera. A esta agua la llamamos **escarcha, nieve o aguanieve** entre otras. ¿Has pensado alguna vez cómo es que puede mantenerse esta agua sólida en la atmósfera?

La respuesta la encontrarás en la existencia de núcleos de condensación, esas superficies y partículas que permiten que el agua líquida se condense sobre ellas. En este caso, el agua ya condensada puede experimentar un mayor descenso de su temperatura hasta alcanzar su punto de congelación, solidificándose en cristales de hielo y escarcha.

Por tanto, uno de los procesos responsables de la existencia de agua sólida en la atmósfera es la **solidificación**, comúnmente llamada congelación. Así, las nubes, la neblina y la niebla pueden estar formadas no sólo por gotitas, sino también contener escarcha y cristales de hielo. La congelación también puede ocurrir en la superficie de lagos, ríos y otros cuerpos de agua, cuando la temperatura ambiental desciende por debajo de los 0°C. En la ilustración puedes ver el agua de una fuente completamente congelada.



Figura 8.13. Solidificación

El otro proceso que provoca la formación de agua sólida a nivel atmosférico es la **sublimación inversa**. Si quieres tener una idea de cómo ocurre la sublimación inversa, puedes observar una nevera de las que “hacen” escarcha. Seguramente te has preguntado alguna vez de dónde proviene todo ese hielo que se forma en el congelador, pues la respuesta es precisamente la sublimación inversa, ya que el vapor de agua del aire que queda atrapado al abrir y cerrar el congelador pasa a su fase sólida depositándose en las paredes del aparato.

En resumen, el agua sólida presente en la atmósfera se obtiene del resultado de la solidificación del agua condensada y de la sublimación inversa del vapor de agua.

Con estas explicaciones ya tenemos algunas ideas sobre cómo ocurre la etapa atmosférica del ciclo hidrológico:

- En la atmósfera hay agua aunque en muchas ocasiones no la podamos ver. A esa agua, la llamamos agua atmosférica.
- El agua atmosférica se presenta en los tres estados de agregación de la materia: sólido, líquido y gaseoso.
- Los procesos que tienen como resultado la formación de agua atmosférica son: evaporación, evapotranspiración, sublimación, condensación, solidificación y sublimación inversa.
- Todos estos procesos son interdependientes, porque unos aportan la materia y la energía para que los otros se produzcan.

Ahora bien, ¿cómo se produce el movimiento del agua atmosférica hacia las otras etapas del ciclo?

Con el proceso de **precipitación**, el agua atmosférica cae hacia la superficie terrestre, produciéndose el tránsito de la etapa atmosférica hacia la etapa superficial. Por eso se dice que la precipitación es un proceso de transición o “bisagra” del ciclo hidrológico y lo estudiaremos en la siguiente etapa.





Comprobemos la existencia de agua en la atmósfera

Haremos que el vapor de agua presente en la atmósfera pase a fase sólida, líquida y se haga evidente.

¿Qué necesitamos?

- Dos latas de metal del tamaño mediano sin etiqueta.
- Cubos de hielo suficientes para llenar ambas latas.
- Una cucharada de sal.
- Una cuchara para revolver y agitar el hielo.

¿Cómo lo haremos?

- Agregaremos los cubos de hielo a la primera lata.
- Le rociaremos la sal y comenzaremos a remover y agitar los hielos con la cuchara.
- Observaremos la superficie externa de la lata
- Analizaremos los resultados.
- Repite la experiencia en la otra lata y, esta vez, no agregues sal al hielo para ver qué sucede.
- Comparte los resultados obtenidos con los otros grupos de trabajo e identifiquen los procesos producidos en cada montaje y las explicaciones dadas para la experiencia.

Haremos un purificador solar de agua

Para purificar el agua vamos a provocar los procesos de evaporación y condensación.

¿Qué necesitamos?

- Un recipiente ancho con capacidad de $\frac{1}{2}$ a 1 litro de agua.
- 1 cucharada de sal.
- 1 bolsa plástica transparente.

¿Cómo lo haremos?

- Colocaremos el recipiente con agua salada en el interior de la bolsa y lo sellaremos. Lo expondremos a la acción de la luz solar y observaremos lo que ocurre al cabo de unas 4 horas.
- Diseñaremos una investigación para determinar las variables que intervienen en la eficiencia del destilador, tales como cantidad de agua, forma del recipiente, horas de exposición al Sol, entre otras.
- Propondremos algunas mejoras que podríamos incorporar al destilador para hacerlo más eficiente.

La etapa superficial del ciclo hidrológico

Esta etapa del ciclo del agua consiste en el conjunto de procesos que mantienen al agua almacenada y circulando a nivel de la superficie de la litosfera, la hidrosfera superficial y la biosfera.

La misma se desencadena cuando ocurre **la precipitación**, uno de los procesos más visibles del ciclo hidrológico. Esta consiste en la caída o movimiento descendiente del agua atmosférica, sobre las áreas continentales y oceánicas. Este proceso incluye tanto el agua líquida que denominamos lluvia, como el agua sólida que llamamos nieve, agua nieve y granizo. Date cuenta de que en este proceso no se produce cambio de estado del agua sino cambio de ubicación.

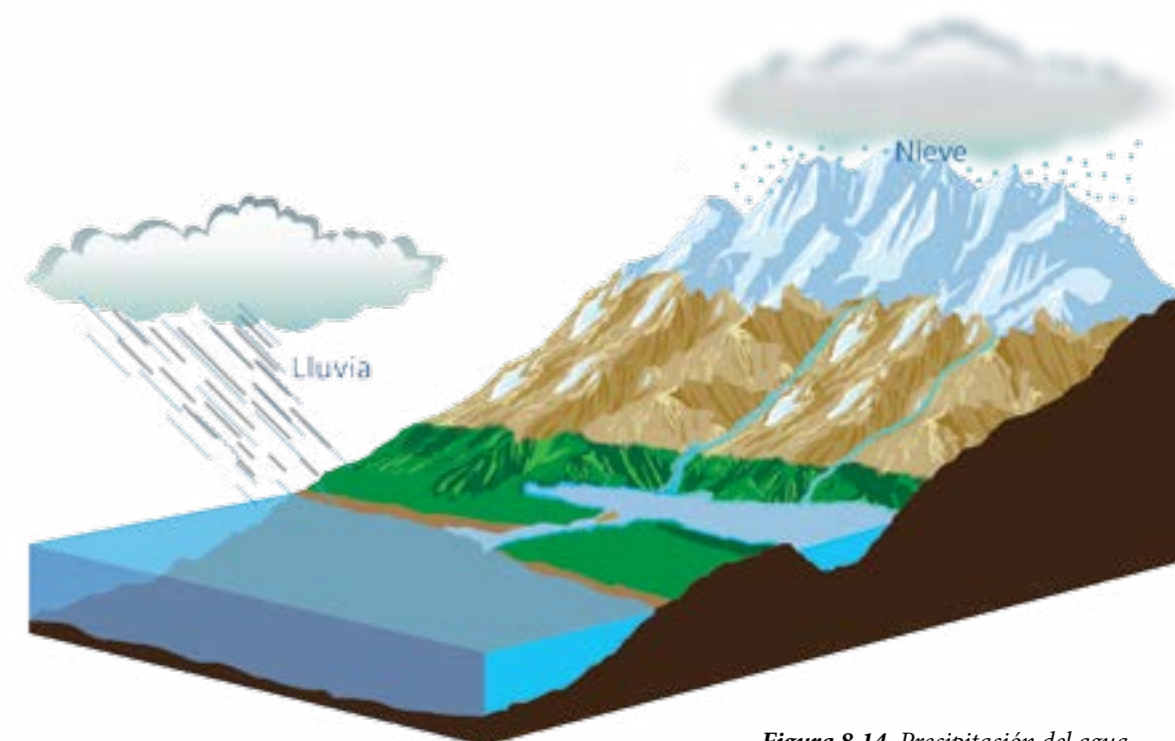


Figura 8.14. Precipitación del agua

La precipitación es un proceso clave porque el agua que escapó hacia la atmósfera retorna para recuperar los volúmenes de los ríos, lagos y mares; para realizar funciones vitales de los seres vivos; para restablecer el agua perdida por evapotranspiración de plantas y suelos; y para que las poblaciones humanas puedan recuperar el agua dulce necesaria para satisfacer sus necesidades y diversos usos.

La precipitación requiere que las gotas de agua que forman las nubes se hagan más grandes para que la fuerza de gravedad las atraiga a la superficie terrestre. A este proceso lo llamamos **coalescencia**, que consiste en la atracción y unión de muchas gotitas para formar unas mayores que van a precipitar en forma de **lluvia, tormentas o lloviznas**. La coalescencia de cristales de hielo y escarcha origina las precipitaciones de **nieve y granizo**.

Para saber más...

Para medir la cantidad de lluvia se utiliza un instrumento llamado pluviómetro, que consiste en un cilindro generalmente de metal, que en la parte superior tiene forma de embudo para recolectar el agua que cae, hasta conducirla a una cubeta graduada en mm. De esta manera, se calcula la cantidad de agua precipitada en un área.



Figura 8.15. Pluviómetro

¿Qué ocurre con el agua que se ha precipitado sobre la superficie?

El agua de lluvia comienza a fluir sobre la superficie terrestre mediante un proceso que se conoce como **escorrentía superficial**, que es una de las fuentes de aporte de agua hacia las cuencas hidrográficas. En la figura 8.16 puedes apreciar la representación de este proceso con más detalle.

El otro proceso que interviene en esta etapa es la **fusión**. Esta consiste en el deshielo o derretimiento de glaciares, escarcha, nieve o cualquier otra agua sólida. Observa en la ilustración cómo se indica este proceso en las cimas nevadas del relieve. Aprecia que el agua resultante de la fusión, escurre y se une a las aguas de escorrentía superficial. Ambos procesos están encadenados.

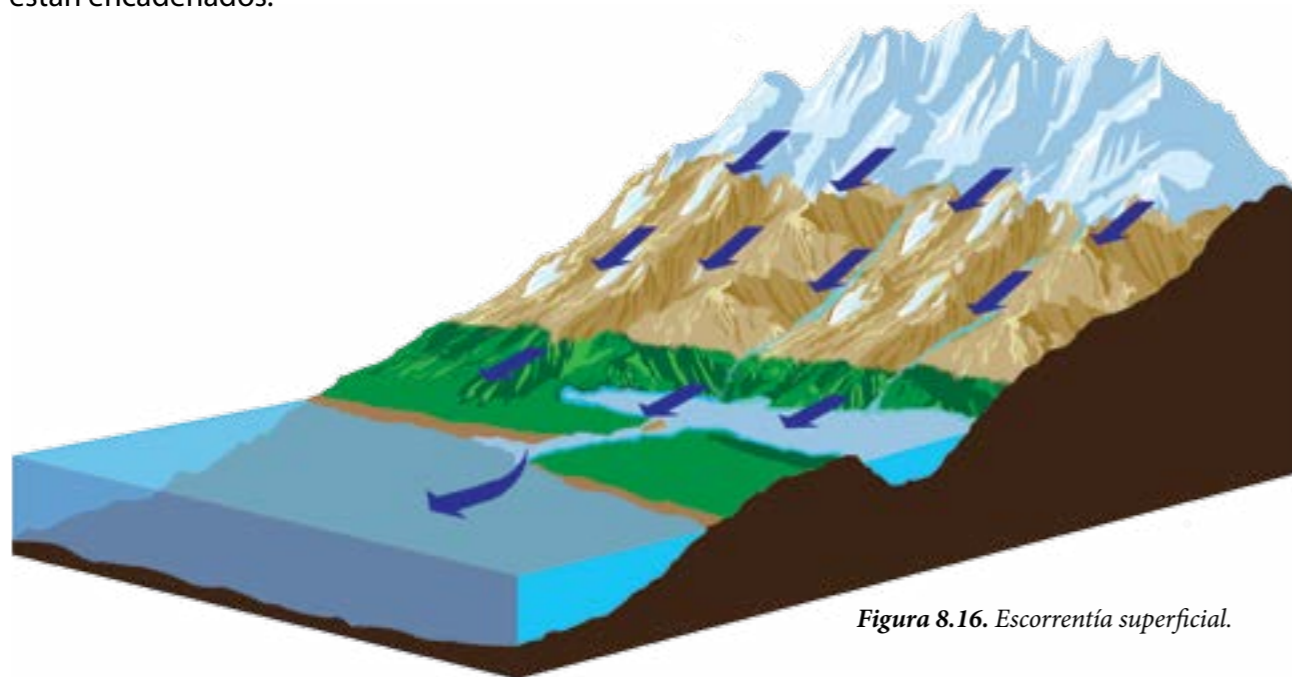


Figura 8.16. Escorrentía superficial.

Así, hemos dado una revisión general de la etapa superficial del ciclo hidrológico, que es la más conocida del proceso de renovación del agua. El estudio de esta etapa del ciclo, seguramente te ha permitido ver con mayor amplitud las diferentes formas en las que el agua se transfiere desde y hacia la atmósfera; desde y hacia la litosfera superficial; desde y hacia la hidrosfera y desde y hacia la biosfera.



Construyamos un pluviómetro artesanal

Vamos a crear un pluviómetro parecido al convencional, pero con materiales de desecho o de muy bajo costo.

¿Qué necesitamos?

- Embudo plástico de 14,6 cm de diámetro.
- Manguera plástica de 1/2 pulgada de diámetro.
- Envase plástico colector. Se puede usar una botella de un litro de capacidad u otro envase que permita almacenar el agua recolectada.
- Cilindro calibrado de medición directa en mililitro.

¿Cómo lo haremos?

- Se ensambla el pluviómetro como indica la figura.
- La altura de instalación debe ser de 1,5 metros desde el ras del suelo.
- Para colocar el pluviómetro en el campo, se debe verificar que no haya por encima ningún obstáculo como árboles o construcciones.
- La medición del agua precipitada debe hacerse diariamente a la misma hora. Se recomienda a las 8am.
- Se puede medir el acumulado en función del tamaño del envase colector, el cual puede registrar datos diarios, semanales, quincenales o mensuales.
- Todas las mediciones se hacen en el cilindro graduado.
- Lleven con cuidado sus registros y cuando lo consideren conveniente, den por terminadas las observaciones y grafiquen los datos para analizarlos.
- ¿Qué indica su análisis de los datos obtenidos?
- Compáren con datos oficiales de su misma localidad en: www.inameh.gob.ve



La etapa subterránea del ciclo hidrológico

La etapa subterránea del ciclo del agua se inicia cuando el agua superficial penetra a través de los poros y fisuras de las rocas y suelos hacia el subsuelo. Esta etapa guarda una total conexión y dependencia con el resto de procesos del ciclo hidrológico, ellos suministran el agua que va a circular y almacenarse en el subsuelo. Si ocurre alguna alteración en la fase superficial, esta se verá reflejada en la etapa subterránea.

La **infiltración** es el proceso transicional entre la etapa superficial y la subterránea del ciclo hidrológico. Consiste en la entrada de agua mediante filtración, a través de las capas más superficiales de la corteza terrestre.

El agua que llega a descender lo suficiente para alimentar los acuíferos se considera **agua subterránea**. Los **acuíferos** son formaciones rocosas capaces de almacenar y transmitir el agua a través de sus poros. Generalmente se piensa en los acuíferos como si fueran pozos, ríos o acumulaciones subterráneas de agua, por eso llamamos tu atención para que comprendas que los acuíferos son el sustrato rocoso que contiene el agua subterránea en sus poros como si se tratase de una esponja.

Veamos la figura para poder observar las fuentes de la infiltración del agua subterránea:

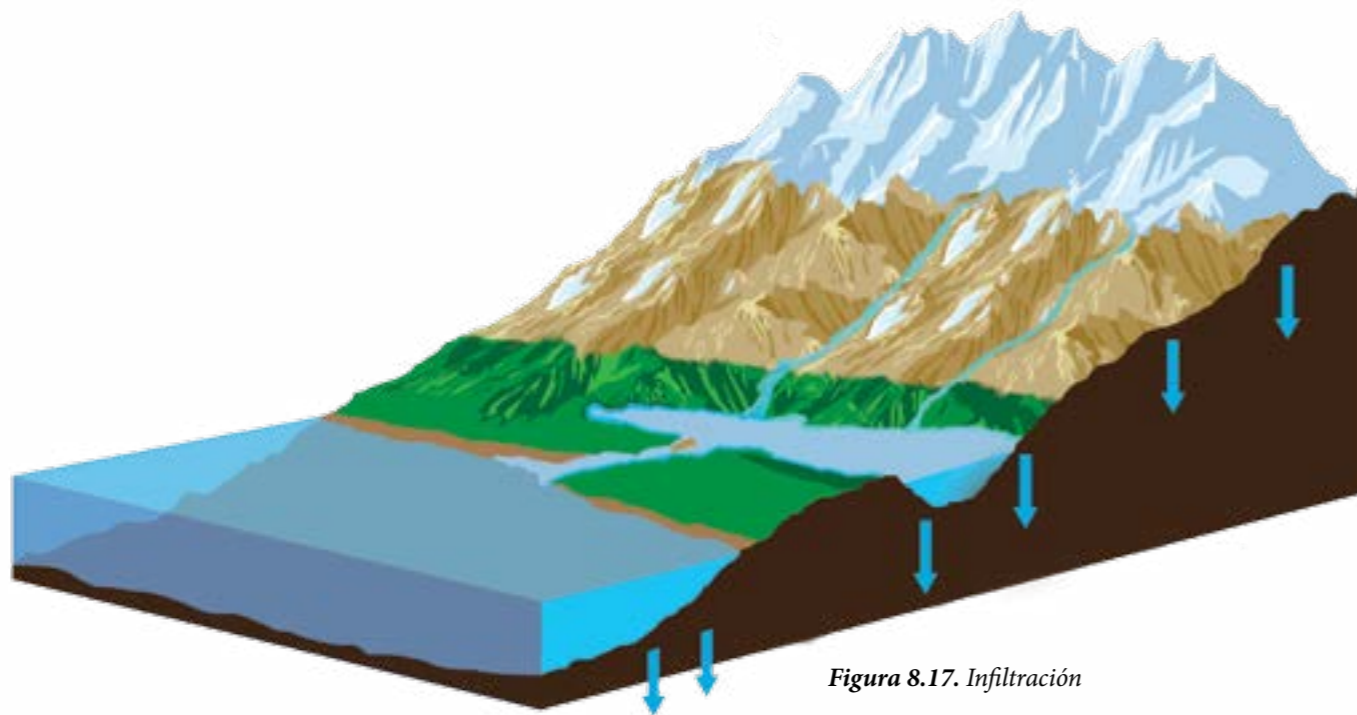


Figura 8.17. Infiltración

Los acuíferos se recargan por la infiltración de las aguas provenientes de las precipitaciones y por todos los cuerpos de agua superficiales que encuentran las condiciones para que el agua se infiltre a través de materiales porosos y permeables. En la ilustración se aprecia la infiltración de ríos, lagos e incluso el mar, cuya agua penetra en el subsuelo.

La importancia que tienen las aguas subterráneas es enorme, pues ellas constituyen fuente de agua dulce en estado líquido, por tal razón la Humanidad las viene utilizando para sus actividades desde los primeros tiempos de su historia.

El otro proceso de esta etapa subterránea del ciclo hidrológico es la **escorrentía subterránea** que consiste en el escurrimiento o flujo del agua que se encuentra entre los poros del material rocoso y los sedimentos no consolidados del subsuelo.

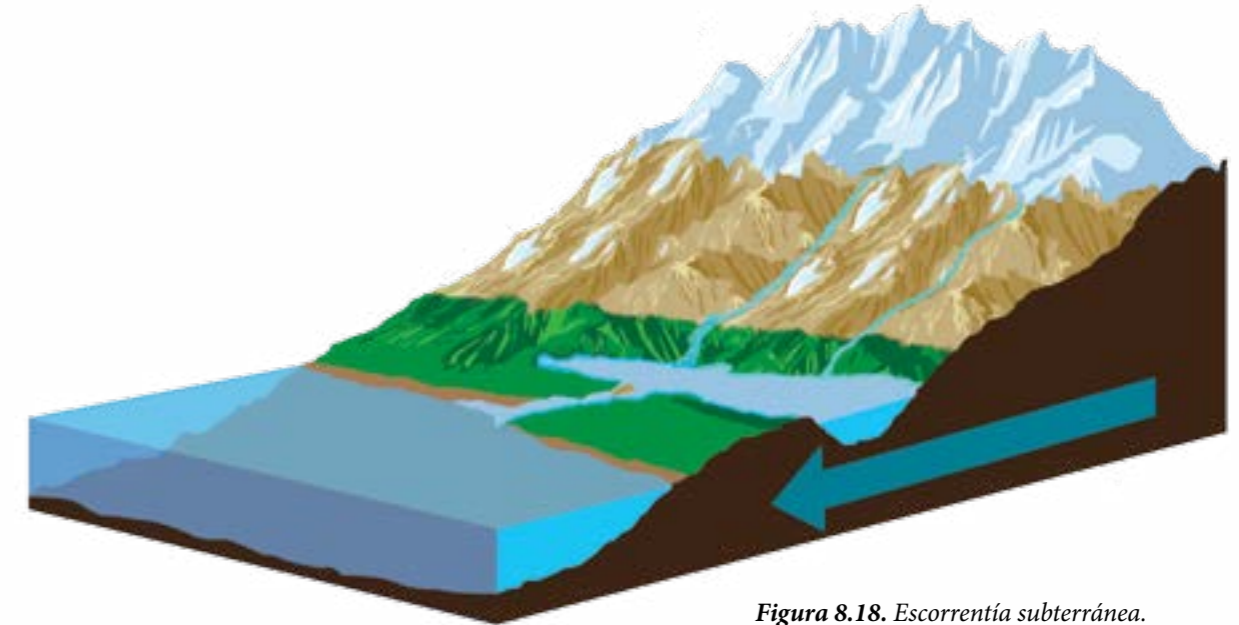


Figura 8.18. Escorrentía subterránea.

Esta agua subterránea se desplaza o escurre de forma muy lenta porque el camino que debe seguir depende de los poros o espacios vacíos que vaya encontrando favorecida por la fuerza de gravedad. Las aguas subterráneas ven frenada su circulación al encontrar capas impermeables que impiden su transmisión, quedando atrapadas por largo tiempo. Por esta razón hay **aguas subterráneas fósiles**, porque les ha tomado miles de años volver a surgir a la superficie.

Piensa por un momento ¿de dónde viene el agua que alimenta los ríos y lagos, en las épocas de sequía prolongadas? Si los ríos sólo se alimentaran de las aguas de precipitación y las de fusión de nieves o hielos, desaparecerían. Muchos ríos y afluentes no existirían sin la surgencia de las aguas subterráneas. Llamamos **surgencia** al proceso natural de salida de las aguas subterráneas hacia la superficie. Es por tanto, el proceso transicional entre la etapa subterránea y las restantes etapas del ciclo del agua.

Para saber más...

Los acuíferos son propensos a la contaminación que proviene desde la superficie. Cuando esto ocurre, hay peligro de que el contaminante se transmita hacia los manantiales y demás reservorios que se recargan de las aguas subterráneas ¿Entiendes ahora por qué el manejo de las aguas subterráneas debe ser muy racional y cuidadoso?

Es muy frecuente que se piense que esta salida sólo ocurre en forma artificial cuando los seres humanos construyen pozos. La verdad es que las aguas subterráneas vuelven naturalmente a la superficie, a través de **manantiales, afloramientos, pantanos, humedales, fuentes hidrotermales y géiseres.**

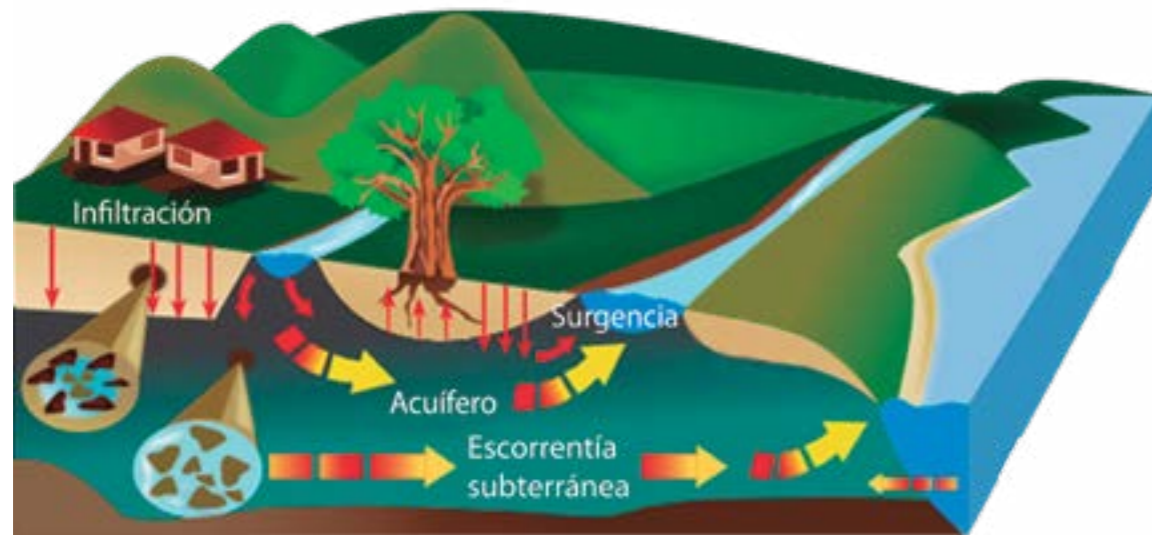


Figura 8.19. Escorrentía y surgencia del agua subterránea.

Ahora, vuelve a observar el modelo general del ciclo hidrológico de la figura 8.9 y piensa en los múltiples caminos y vías para que el agua cambie de posición y/o de estado físico y la simultaneidad de estos procesos a escala global en el planeta, a escala regional, a escala local, e incluso a escala muy pequeña en un charco o punto cualquiera del planeta.



¿Cómo se mueve el agua subterránea en los suelos y el subsuelo?

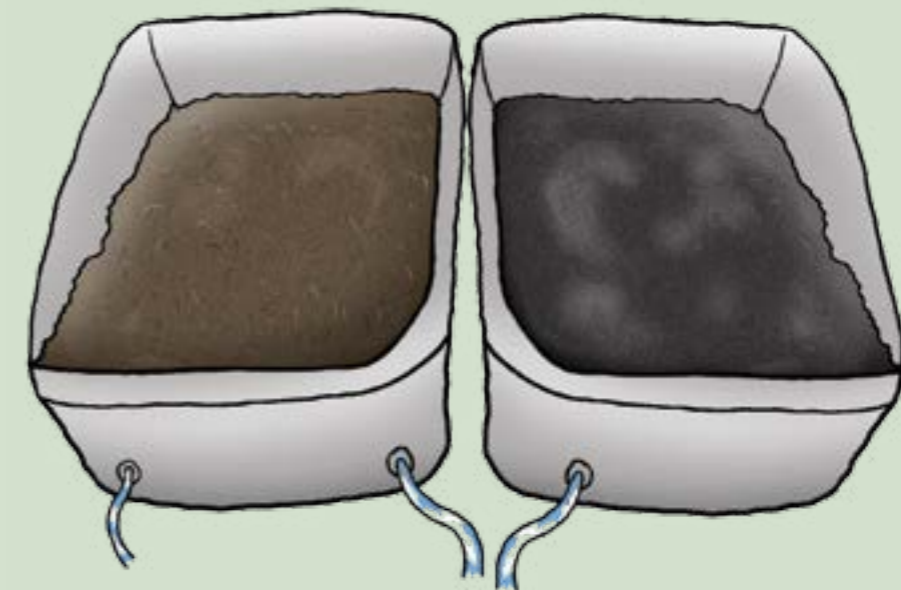
Para comprender las variables que intervienen en el movimiento y transmisión de agua subterránea, vamos a estudiar la porosidad y la permeabilidad de diferentes materiales.

¿Qué necesitan?

- Cantidades suficientes de arena, arcilla, grava y agua.
- 3 recipientes de plástico iguales, a los que les puedas hacer un orificio.
- Mangueritas plásticas.
- Recipientes para almacenar el agua de desagüe.
- Plastilina o silicón.
- Cilindros graduados o recipientes para medir volúmenes de agua y de material sólido.
- Cronómetros.

¿Cómo lo harán?

- Conversen sobre los conceptos de porosidad y permeabilidad.
- Abran un orificio en la esquina inferior de uno de los lados de los recipientes. Introduzcan la manguera y séllela con plastilina o goma de silicón.
- Midan iguales volúmenes de arena, arcilla y grava. Coloquen cada uno en los recipientes plásticos por separado. El volumen dependerá del tamaño de los recipientes utilizados.
- Coloquen los recipientes para almacenar el agua de desagüe (recolectores) en la parte inferior de los recipientes de arena, grava y arcilla, cuidando de que cada manguera desagüe hacia cada recolector por separado.



- ¿Qué cantidad de agua estiman necesaria para cubrir la totalidad del material de cada recipiente? Midan este volumen con el cilindro graduado.
- Con el cronómetro comenzarán a medir el tiempo al empezar a agregar el agua sobre el material. Añadan el agua de una sola vez. Detengan el cronómetro cuando deje de salir agua por la manguera de desagüe. Esta acción la realizarán para cada recipiente por separado.
- Registren el tiempo en cada caso. Midan la cantidad de agua desalojada en cada recipiente y calculen la diferencia entre el volumen de agua agregada y la recogida, para determinar la cantidad de agua retenida. Registren las observaciones relevantes.
- Relacionen la cantidad de agua retenida con el tiempo de desagüe de cada material. Para ello pueden construir algunas gráficas con los datos y observaciones registradas. ¿Cómo explican esta relación usando los conceptos de porosidad y permeabilidad?
- Diseñen nuevas experiencias, como por ejemplo: con mezclas de los materiales en diferentes proporciones; con diferentes inclinaciones en los recipientes con un mismo material; colocando capas diferenciadas de material para apreciar el movimiento del agua, entre otros. Discutan sobre la porosidad y permeabilidad en cada caso.

El agua recurso renovable y finito

Como ya hemos visto, el agua circula permanentemente en el planeta. Esta situación ha hecho que la cantidad de agua originaria se haya mantenido casi invariable a lo largo de la historia de la Tierra. Estas dos características hacen del agua un **recurso renovable y finito**. Ya aprendimos por qué es renovable: porque cambia de estado y de ubicación y en este constante fluir se renueva.



Figura 8.20. Usos del agua como recurso.

¿Por qué decimos que es un recurso finito? Porque su volumen es limitado y esto es especialmente cierto para el caso del agua dulce que es utilizada en todas las actividades humanas: alimentación, higiene, salud, agricultura, energía, industria, deporte y ocio. A pesar de que se considera un recurso valioso, está expuesta a la contaminación y a toda clase de vertidos que la deterioran. Al deteriorarse, su circulación se altera y su capacidad para renovarse se ve afectada. Por esto, la protección de los recursos hídricos y de su circulación son factores clave para evitar su agotamiento irreversible.

El ciclo hidrológico y la salud integral

Cuando estudiamos la relación del agua y la vida en el mundo de hoy, nos encontramos con que una de las principales causas de pobreza y hambre es la sequía, mientras que las inundaciones y otros fenómenos relacionados son causa de muertes y devastación, hay más de 884 millones de personas que no tienen acceso regular al agua potable para hacer frente a sus necesidades diarias. Por otra parte, se estima que 2.600 millones de personas no tienen acceso al alcantarillado, cloacas y tratamiento para las aguas servidas. Se calcula que cada año, más de 2 millones de personas –principalmente niñas y niños– mueren por diarrea, que es una enfermedad asociada a la falta de higiene y al abastecimiento de agua insalubre. De allí el papel del agua, no sólo para mantener la vida, también tiene un rol crucial en relación con la salud integral.

Si las personas no tienen un suministro constante de agua suficiente y de calidad para satisfacer necesidades diarias, pueden sufrir enfermedades por consumo de agua contaminada o transmitidas por el agua como vehículo de propagación.

Algunas enfermedades se producen cuando no hay suficiente agua para el lavado y la higiene personal. Otras se propagan por la existencia de depósitos de agua insalubre, la deposición inadecuada de las heces y el mal manejo del agua potable almacenada.

Otro aspecto que incide en la salud es el saneamiento del agua con instalaciones y servicios para la eliminación segura y la depuración de las aguas servidas. Como el saneamiento es vital para la vida humana y para el ambiente, se deben mantener los esfuerzos para garantizar a toda la población al saneamiento básico de alcantarillados, acueductos y plantas de tratamiento, para lograr disminuir los casos de enfermedades asociadas.

Con los aspectos discutidos en esta lectura, creemos que hemos podido ayudarte a comprender por qué decimos que el agua es un elemento insustituible para la salud pública y un elemento indispensable para la vida. La protección del ciclo hidrológico y el uso responsable del agua es un deber de todas y todos para preservarla para las futuras generaciones, que tienen tanto derecho como nosotras y nosotros a disfrutarla.





Agua y salud integral

Es muy probable que con esta lectura les hayan surgido interrogantes sobre el ciclo del agua y la salud integral. También sobre el futuro del agua en el mundo y cómo conservarla. Organícense en equipos de trabajo, formulen una lista de preguntas que les parezcan interesantes y seleccionen algunas por grupo. Les proponemos el desarrollo de un proyecto para investigarlas.

¿Qué pueden hacer?

- En cada equipo conversen y debatan sobre las preguntas seleccionadas, con el fin de delimitar el tema y el objeto de estudio del proyecto.
- Realicen búsquedas de información sobre el tema.
- Es conveniente que revisen la lectura "El proceso de investigación en ciencia y tecnología" del libro de primer año de la Colección Bicentenario correspondiente a la Serie de Ciencias Naturales y la lectura titulada "Investigando en ciencia y tecnología" en este libro que estás leyendo.
- Tomen decisiones sobre si su proyecto se dirigirá a:
 - Describir, indagar o explicar algunos de los fenómenos.
 - Desarrollar algún producto tecnológico, instrumento, modelo o proceso.
 - Proponer alguna solución o acción comunitaria para atender un problema que aqueja a su comunidad.
- Con apoyo de su profesor o profesora de Ciencias Naturales planifiquen el trabajo: delimiten sus propósitos, las posibles actividades a desarrollar, el tiempo que puede llevar cada una y los recursos necesarios.
- Las actividades de investigación van a ser variadas y diferentes para cada grupo, esto dependerá del tema de interés y del camino escogido para realizar el proyecto. Entre las actividades que pueden realizar se encuentran:
 - Revisión de documentos y fuentes de información escrita.
 - Visitas a sitios de interés.
 - Trabajos de campo.
 - Entrevistas a personajes relevantes relacionados con el tema.
 - Encuestas a miembros de la comunidad.
 - Experimentos.
 - Desarrollo de productos, instrumentos o soluciones que tengan alguna utilidad práctica.
 - Acciones comunitarias.
- Desarrollen las actividades, registren su ejecución y compartan con el resto de los grupos el avance que van obteniendo.



Actividades de autoevaluación

1. Imagina que tú y tus compañeras y compañeros son miembros de la ciudad comunal representada en la ilustración. Por lo tanto, tienen el poder para tomar decisiones sobre las acciones y medidas que favorezcan el bienestar de todos los habitantes.
2. Identifica los lugares donde se están produciendo los procesos de ciclo hidrológico.
3. Identifica las amenazas que puedan limitar el desarrollo del ciclo del agua y representar riesgos para la salud integral de los habitantes.
4. Plantea soluciones para reducir los riesgos o amenazas, y para garantizar un óptimo bienestar de la población.





Seguramente, habrás visto a tu alrededor cómo las plantas, los animales y las personas experimentan constantes cambios; por ejemplo, cuando crece tu mascota, una planta o tú mismo, o cuando llueve, sale el sol, es de día o noche. Todos estos cambios son transformaciones que puede experimentar la materia y la energía, y se manifiestan como variaciones de las sustancias, la temperatura, la cantidad de masa, el volumen, entre otros.

En capítulos anteriores, hemos visto cómo en los seres vivos ocurren diversas transformaciones. Por ejemplo, en las células de las hojas de las plantas sucede un proceso llamado fotosíntesis, donde el agua reacciona con el dióxido de carbono en presencia de la luz solar, para obtener nuevas sustancias, la glucosa y el oxígeno; este último es liberado a la atmósfera y utilizado en el proceso de la respiración.

A las transformaciones donde obtenemos nuevas sustancias, las llamamos cambios químicos. En esta lectura, estudiaremos cómo se presentan y se perciben estos cambios, también conversaremos sobre algunas reacciones químicas que ocurren en los seres vivos; tema que es un pilar fundamental para comprender cómo la vida y el ambiente se integran.

Cambios de la materia en la naturaleza

En la naturaleza ocurren permanentemente cambios, ya sea de materia o de energía. Por ejemplo, en la lectura anterior estudiaste cómo el agua se renueva cambiando de estado físico. Así encontramos que el agua de un charco se evapora pasando al aire como agua gaseosa, luego cuando llueve volverá al charco como agua líquida. Estos y otros cambios, donde no hay alteración en la composición de la sustancia, los denominamos cambios físicos.

Sin embargo, existe otro tipo de cambios en la materia, y estos ocurren cuando las sustancias iniciales se transforman en otras diferentes. Por ejemplo, al quemar un papel (combustión), este se transforma en cenizas y durante el proceso también se desprende humo. En este caso, inicialmente teníamos papel y oxígeno y después de la combustión tenemos cenizas y humo formado por una mezcla de sustancias como el dióxido de carbono. El producto obtenido son sustancias diferentes a las iniciales. A este tipo de cambio se le denomina **cambio químico**.

Es importante señalar que en un cambio químico las sustancias finales no regresan a su estado inicial. Como en el ejemplo, no es posible que del humo y las cenizas volvamos a obtener el papel.

Algunas evidencias observables a simple vista de que ha ocurrido un cambio químico son: cambio de color, cambio de temperatura, formación de burbujas (gases), y formación de precipitado. Por ejemplo, al disolver en agua una pastilla efervescente que contiene inicialmente bicarbonato de sodio (NaHCO_3), se observa un burbujeo (efervescencia) lo cual es evidencia de una de las nuevas sustancias que se formaron, entre estos el dióxido de carbono (CO_2).



Figura 9.1. En la imagen se ilustra un cambio físico, el agua sólida (hielo) al fundirse sigue siendo agua pero en estado líquido; mientras que en el caso de la pastilla efervescente las burbujas señalan la formación de una nueva sustancia, por lo que se trata de un cambio químico.



Descubre los cambios

Vamos a identificar cambios físicos y químicos que ocurren en los materiales que usamos a diario. Trabaja en equipo.

¿Qué necesitas?

Barra de chocolate, un pedazo de pan, un alambre de cobre, una pastilla efervescente, un pedazo de madera, un poco de mantequilla, un poco de azúcar, papel, lápiz, fósforo, vela, una pinza de metal larga, guantes, mascarilla, lentes y bata de laboratorio o una camisa larga. Trabaja con tus compañeras y compañeros.

¿Qué harás?

1. Colócate los guantes, la mascarilla, los lentes, la bata o una camisa manga larga, con la finalidad de cumplir las normas de seguridad del laboratorio y así protegerte de posibles accidentes.
2. Copia en tu cuaderno la tabla.
3. Construye una tabla para registrar las observaciones.
4. Toma la pastilla efervescente y dilúyela en un poco de agua. Anota tus observaciones en la tabla.
5. Mezcla la mantequilla con el azúcar y escribe tus observaciones en la tabla.
6. Una vez escritas tus observaciones, y con base en lo que has leído, clasifica los cambios ocurridos en físicos o químicos.
7. Culminada la actividad, compara con el resto de los grupos la información obtenida.
8. Establece conclusiones con tus compañeros y compañeras sobre la importancia que tienen los cambios físicos y químicos en nuestra vida diaria.

Materiales	¿Qué observas?	Tipo de cambio	Explica
Chocolate			
Un pedazo de pan			
Alambre de cobre			
Un pedazo de madera			
Pastilla efervescente			
Mantequilla y azúcar			

Reacciones químicas en el ambiente y en los seres vivos

De todos los cambios que ocurren en la naturaleza, hay unos que nos permiten entender el funcionamiento de la estructura interna de los seres vivos y son los **cambios químicos**. Por ejemplo, en la digestión bucal los alimentos reaccionan con la saliva activados por el proceso de masticar (proceso mecánico-energético), transformándose en una nueva sustancia llamada bolo alimenticio: ¿podrás obtener a partir de esta sustancia los alimentos originales?

En casos como este ocurre un proceso en el cual una o más sustancias llamadas reactantes o reactivos, por efecto de un factor energético, se transforman en una u otras sustancias nuevas llamadas productos, a este proceso lo llamamos **reacción química**.

En los seres vivos ocurren múltiples reacciones químicas que son las responsables de la interrelación con el ambiente. Por ejemplo, cuando respiramos inhalamos oxígeno (O_2) que es usado a nivel celular para transformar los alimentos que consumimos y así obtener energía de ellos. Cuando exhalamos, liberamos dióxido de carbono (CO_2) que es utilizado por las plantas para realizar el proceso de la fotosíntesis.

Las reacciones químicas pueden ocurrir en forma natural o provocada por el ser humano. Por ejemplo, si tienes una reja de hierro expuesta al aire libre, al cabo de cierto tiempo podrás observar que hay cambios en ella, generalmente decimos que está oxidada. Esto ocurre porque el hierro de la reja entra en contacto con el oxígeno del aire y se produce una reacción química, donde se obtiene un material que es el óxido de hierro, lo cual es un proceso que ocurre en forma natural. A continuación se te presenta la reacción química entre el hierro y el oxígeno del aire.

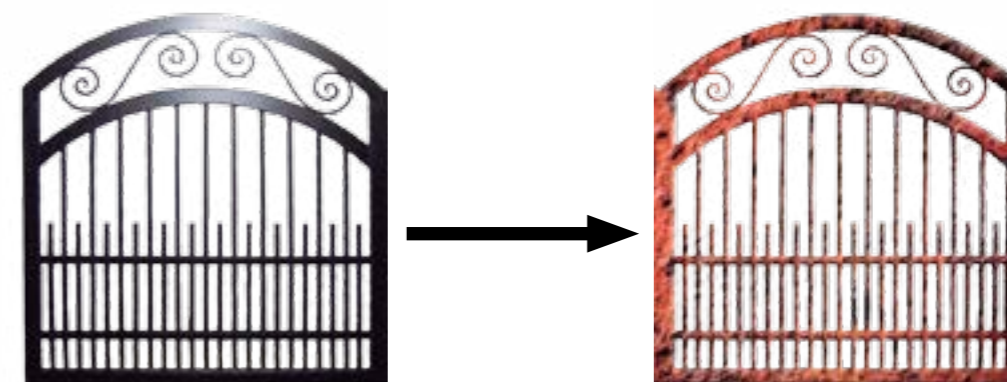
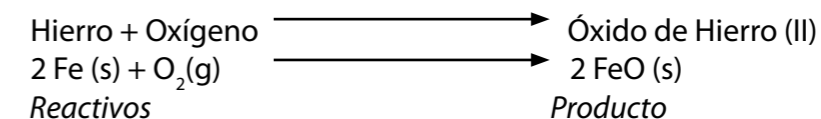


Figura 9.2. Reja de hierro en contacto con el oxígeno del aire y reja de hierro oxidada después de cierto tiempo en contacto con el oxígeno del aire.

En cuanto a las reacciones químicas producidas por el ser humano, muchas de ellas se llevan a cabo en los laboratorios, donde los científicos y las científicas las provocan con diversos fines: para crear nuevas medicinas, producir nuevos materiales o evitar la descomposición de los alimentos. En el campo industrial, es donde se trabaja la mayor cantidad de reacciones químicas, como al obtener aluminio a partir de la bauxita o al producir plástico utilizando petróleo.

A nivel microscópico, una reacción química se genera por el choque de las partículas que intervienen, ya sean moléculas, átomos o iones, para formar nuevas uniones. El estudio de estos procesos ha permitido establecer la ley de conservación de la masa, la cual implica los dos principios siguientes:

- El número total de átomos antes y después de la reacción química no cambia.
- El número de átomos de cada tipo es igual antes y después de la reacción.

Por ejemplo, cuando preparamos una parrilla usamos trozos de carbón como combustible que al ser encendido y en presencia del oxígeno del aire aviva la llama, aumentando el proceso de combustión. Al cabo de unos minutos observarás un humo, sentirás calor y notarás que los trozos de carbón se están consumiendo. ¿Está desapareciendo la masa del carbón? No, se está transformando en una nueva sustancia gaseosa llamada dióxido de carbono, uno de los productos de esta reacción y que forma parte del humo que se desprende.

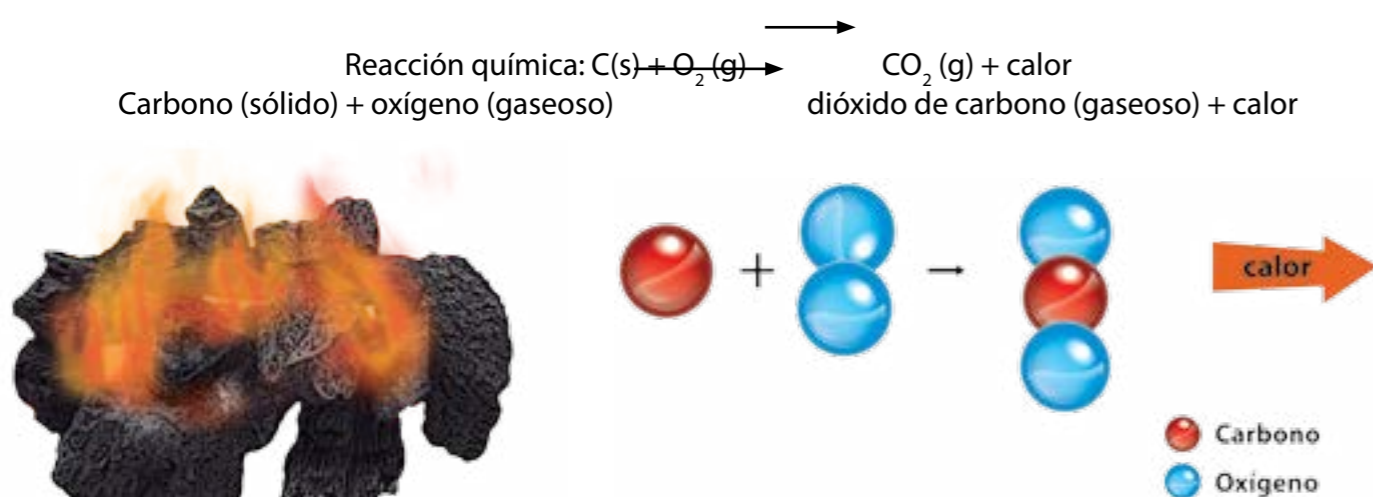


Figura 9.3 Formación del dióxido de carbono en una parrilla.

Para saber más...

Los residuos sólidos colocados en un relleno sanitario sufren reacciones bioquímicas, ya que la materia orgánica se convierte en gases que contaminan al ambiente, como el dióxido de carbono (CO₂), gas metano (CH₄), el amoníaco (NH₃), y el sulfuro de hidrógeno (H₂S).

¿Cómo se pueden clasificar las reacciones químicas?

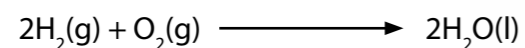
A lo largo de la lectura hemos hablado de las diferentes reacciones químicas que ocurren en la naturaleza y en los seres vivos, donde unas sustancias llamadas reactantes se transforman en otras llamadas productos, con la presencia de un factor energético. Siendo las más comunes en los seres vivos las reacciones de combinación, descomposición, desplazamiento, y doble desplazamiento.

Cuadro 9.1. Tipos de reacciones químicas.

Nombre	Descripción	Ejemplo
Reacción de combinación	Unión de átomos de diferentes elementos químicos para producir un nuevo compuesto.	La síntesis del cloruro de sodio: sal común. $2Na(s) + Cl_2(g) \rightarrow 2NaCl(s)$
Reacción de descomposición	En los elementos que forman un compuesto químico hay una ruptura de enlace o separación, producida por la acción del calor o la electricidad.	La hidrólisis del agua. $2H_2O(l) \xrightarrow{\text{Electricidad}} 2H_2(g) + O_2(g)$
Reacción de desplazamiento	Un elemento desplaza otro en un compuesto.	El hierro (Fe) desplaza al cobre (Cu) en el sulfato de cobre (CuSO ₄): $Fe(s) + CuSO_4(ac) \rightarrow FeSO_4(ac) + Cu(s)$
Reacción de doble desplazamiento	Es un tipo de reacción en la que dos sustancias compuestas forman dos nuevas sustancias intercambiando sus componentes.	En la formación de cloruro de sodio (NaCl) a partir de la reacción entre el hidróxido de sodio y el ácido clorhídrico se evidencia este tipo de reacción: $NaOH(ac) + HCl(ac) \rightarrow NaCl(s) + H_2O(l)$

En el cuadro anterior las reacciones se representan mediante ecuaciones químicas. Las ecuaciones se basan en el uso de símbolos químicos que identifican a los átomos que intervienen y cómo estos se encuentran agrupados antes y después de la reacción. Por ejemplo, en la reacción química donde se produce agua, H es el símbolo del hidrógeno y O es el símbolo del oxígeno.

En la molécula de agua, dos átomos de hidrógeno están unidos a un átomo de oxígeno, lo que se representa por la fórmula H_2O .



Tenemos las moléculas siguientes:

- H_2
- O_2
- H_2O

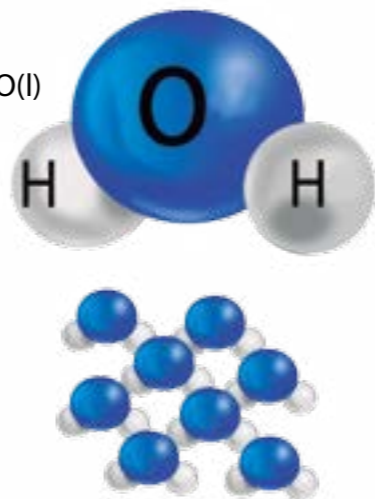


Figura 9.4. Molécula de agua.

No todas las moléculas son tan sencillas, por ejemplo, la del azúcar de caña o sacarosa que agregas al café cada mañana, tiene doce átomos de carbono, veintidós átomos de hidrógeno y once de oxígeno. Todo esto se resume rápido en la fórmula química: $C_{12}H_{22}O_{11}$. Como te habrás dado cuenta, los subíndices de cada símbolo representan la cantidad de átomos de cada clase, en una determinada molécula.

Además, en una reacción química se indica con una flecha el sentido de la reacción, desde la situación inicial hasta la final, y con el signo más (+) se agrupan los distintos átomos o moléculas que intervienen como reactivos o que se generan como productos.

Los números grandes que van por delante de cada fórmula se llaman coeficientes, e indican la cantidad de cada tipo de moléculas que intervienen. Por ejemplo, $2H_2O$ significa dos moléculas de agua, y $6CO_2$ quiere decir seis moléculas de dióxido de carbono.

Adicionalmente, se pueden agregar (entre paréntesis) el estado de cada sustancia participante: sólido (s), líquido (l), gaseoso (g) o disolución acuosa (ac).

Para saber más... Las lámparas que usan los exploradores de las cuevas naturales y subterráneas del suelo terrestre funcionan mediante una reacción química que se produce entre el carburo de calcio (CaC_2) y el agua (H_2O). La misma da origen al gas acetileno (C_2H_2) que se quema emitiendo luz.



¿Cómo hacer que una reacción química ocurra de forma rápida o lenta?

Seguramente habrás observado que cuando tu mamá cocina caraoas negras les agrega bicarbonato de sodio ($NaHCO_3$), y quizás te hayas preguntado ¿para qué lo hace? Es muy simple, esto ayudará a que las caraoas se ablanden en menos tiempo, ocurriendo una reacción química en presencia de una sustancia facilitadora, en este caso, el bicarbonato de sodio.

Existen muchos procesos industriales dirigidos a obtener buenos productos en menor tiempo y costo, con beneficios positivos para la vida, por ejemplo, sustancias que se añaden a los alimentos para conservar su color, sabor, textura o tiempo de descomposición. Otros procesos son la elaboración de fertilizantes para obtener las cosechas en menor tiempo y los anticorrosivos para retardar el proceso de oxidación en los metales, entre otros, siendo estas sustancias químicas capaces de acelerar o retardar una reacción química sin que se altere el producto. Estas sustancias se denominan **catalizadores**.

En los organismos vivos están presentes catalizadores que denominamos biológicos o enzimas. Estos son grandes moléculas de proteína. Por ejemplo, en el proceso de la digestión intervienen diversas enzimas acelerando los procesos metabólicos, como la amilasa de nuestra saliva, que acelera la descomposición del almidón, en azúcares simples; o la lipasa del jugo gástrico, que ayuda a que las moléculas grandes de grasa se rompan en otras más pequeñas.



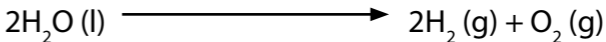
Figura 9.5. A las caraoas negras se le agrega bicarbonato de sodio (catalizador) para reducir el tiempo de cocción.

Reacciones químicas en el ambiente

Ya te habrás dado cuenta de que los seres vivos experimentan diferentes cambios y reacciones químicas que les permiten relacionarse con el ambiente. Esto lo logran y ¡es sorprendente! Sólo utilizan unos 30 o 40 elementos químicos presentes en la naturaleza para así mantenerse vivos y crecer. Los más importantes son carbono (C), azufre (S), hidrógeno (H), nitrógeno (N), oxígeno (O), calcio (Ca), fósforo (P), cobalto (Co) y manganeso (Mn). Estos elementos circulan a través del aire, el suelo y el agua, son activados por la energía directa del Sol, para facilitar los cambios y reacciones químicas desde el ambiente a los seres vivos y de nuevo al ambiente. Estos procesos se llaman ciclos biogeoquímicos, y como ya sabes sin ellos la vida no existiría.

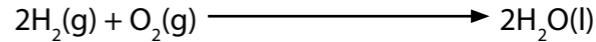
Algunos de estos ciclos son del agua, carbono, oxígeno, nitrógeno y fósforo. Los mismos conectan los componentes vivos (bióticos) y no vivos (abióticos) de la Tierra, y en su transcurso ocurren algunas reacciones químicas, por ejemplo, en el ciclo del oxígeno ocurren los procesos de la fotosíntesis y la respiración, donde están presentes reacciones químicas, tanto de descomposición como de combinación.

En efecto, en la fotosíntesis la molécula de agua (H₂O) sufre una reacción química de descomposición:



El hidrógeno va a formar luego parte de la glucosa de las células vegetales y el oxígeno es liberado a la atmósfera, y se incorpora de nuevo al mundo viviente mediante el proceso de la respiración.

Durante el proceso de la respiración, el hidrógeno y el oxígeno se unen formando agua, ocurriendo así una reacción química de combinación.



Para saber más...

La mayoría del oxígeno, que consumimos para vivir, no es producido por los bosques sino por los arrecifes coralinos que producen el 80% del oxígeno en el planeta.



Para saber más...

Los biode detergentes (detergentes ecológicos) contienen enzimas, es decir, catalizadores de origen biológico facilitadores de reacciones químicas. Actúan como agentes que blanquean la ropa y son biodegradables, sin afectar tanto el ambiente.



Descubriendo catalizadores

La finalidad es poder identificar la presencia de catalizadores en materiales y sustancias comunes. Trabaja en equipo.

¿Qué necesitas?

Para realizar nuestro experimento necesitamos azúcar y un poco de ceniza (por ejemplo de carbón), una cucharilla de metal larga, guantes, mascarilla, lentes, bata de laboratorio o una camisa manga larga, guantes aislantes, un mechero, fósforo, lápiz y cuaderno. Trabaja con tus compañeras y compañeros.

¿Qué harás?

1. Colócate los guantes, la mascarilla, los lentes, la bata o una camisa manga larga, con la finalidad de cumplir las normas de seguridad del laboratorio y así protegerse de posibles accidentes. No te distraigas, trabajarás con un mechero.
2. Coloca una porción de azúcar sobre la cucharilla, y tu compañero o compañera que encienda un fósforo y luego abra la llave del mechero.
3. Coloca la cucharilla sobre la llama y observa. ¿Qué le sucede al azúcar? Anota tus observaciones en el cuaderno.
4. Otro de tus compañeros va a mezclar un poco de azúcar con la ceniza del carbón y la caliente. ¿Qué observas en la mezcla?, ¿cuál es la función de la ceniza? Explica.

Materia y energía necesaria en los seres vivos

La vida supone un intercambio permanente de materia y energía, de esta forma, los organismos renuevan sus componentes y mantienen su estructura y funciones gracias a la cantidad de reacciones químicas que ocurren en ellos. Estas se deben dar bajo unas condiciones de presión y temperatura, lo que garantiza un funcionamiento óptimo en los seres vivos.

En toda reacción química interviene la energía ya sea por absorción o liberación en forma de energía térmica, o lumínica. Para que sucedan algunas reacciones químicas es necesario aportar energía a las sustancias que van a reaccionar.

En otras reacciones ocurre lo contrario, se desprende energía al producirse la reacción. Por ejemplo, para freír un huevo es necesario suministrar calor, es decir que el calor suministrado permite que ocurra el cambio químico que origina el huevo frito, por otra parte al encender una vela y comenzar a quemarse, se libera energía.

Otro ejemplo de reacción química es la que ocurre en algunos organismos vivos como es el caso de las luciérnagas que despiden una luz intermitente. Este fenómeno se llama bioluminiscencia.

El complejo y equilibrado funcionamiento de los organismos, se debe a la presencia de unas sustancias llamadas enzimas o catalizadores biológicos, las cuales actúan de forma rápida y eficaz para que se produzcan una multitud de reacciones al interior de cada ser vivo.

Los seres vivos están formados principalmente por átomos y moléculas llamados bioelementos como el carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O) y nitrógeno (N) que constituyen la materia orgánica, la cual está formada por moléculas llamadas biomoléculas. Estas biomoléculas, o moléculas presentes en los seres vivos, se clasifican en inorgánicas por ejemplo el agua, las sales minerales, el oxígeno y el dióxido de carbono; y en orgánicas, como los glúcidos o carbohidratos, los lípidos o grasas, las proteínas, y los ácidos nucleicos. Algunos seres vivos producen vitaminas, aunque casos como los animales sólo producen algunas y la gran mayoría deben obtenerlas de los alimentos.



La química, los sentimientos y las funciones de los sistemas en los seres vivos

Como ya lo conoces, los seres vivos realizan funciones especializadas. Podemos mencionar entre ellas las del sistema nervioso, formado por un conjunto de componentes que están relacionados con la recepción de los estímulos, la transmisión de impulsos nerviosos y la activación de los mecanismos de los músculos.

También están las del sistema endocrino, integrado por un conjunto de órganos que segregan un tipo de sustancias llamadas hormonas que liberadas al torrente sanguíneo regulan las funciones del cuerpo. Y las del sistema inmunológico, el cual tiene la función de reconocer sustancias extrañas marcándolas y eliminándolas del organismo.

Por consiguiente, todas las actividades que realiza el cuerpo humano por medio de los sistemas se pueden agrupar en tres funciones básicas que son: la sensitiva a través de la detección de estímulos, la integradora que permite la transmisión de informaciones y la motora que se encarga de controlar las actividades del cuerpo.

En algún momento de nuestra vida nos encontramos personas que nos atraen y nos generan una serie de sensaciones involuntarias en nuestro organismo como son sudoración, palpitations, es decir, el corazón se nos acelera, nos tiemblan las manos y piernas, nos ruborizamos y tartamudeamos y comenzamos a reír por nada.

En todas estas emociones intervienen sustancias químicas liberadas por el organismo que actúan como mensajeras para coordinar las funciones de varias partes del organismo. Crean conductas biológicas que se complementan con las aprendidas en la sociedad, y originan nuestra actuación emocional. Estas sustancias son llamadas hormonas y neurotransmisores.

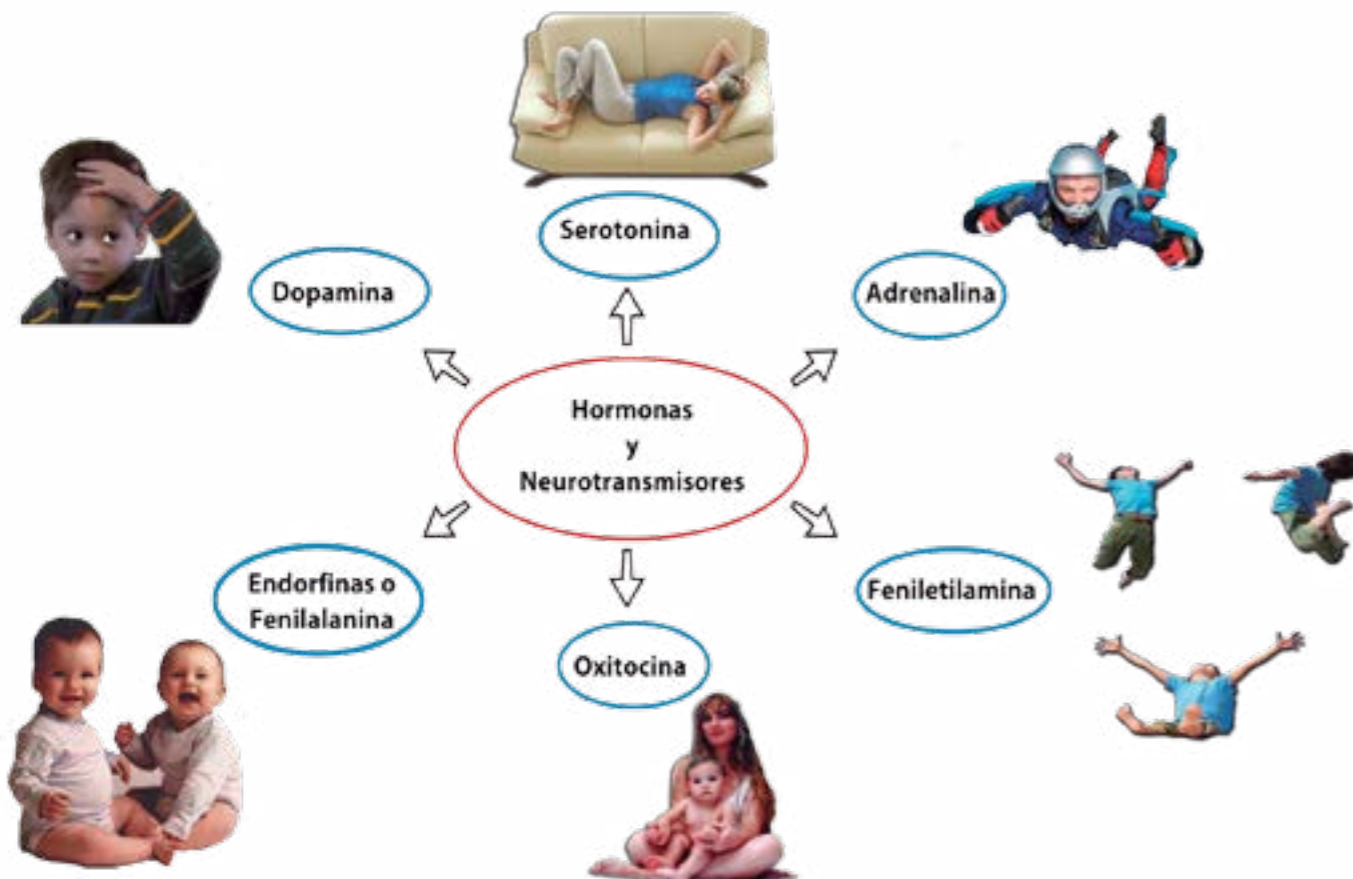
Para saber más...

Cuando encontramos a la persona que nos atrae, nuestro cerebro envía señal al hipotálamo, el cual envía mensajes a las glándulas suprarrenales para que aumenten la producción de adrenalina y noradrenalina; aumentado los latidos del corazón.



Cuadro 9.2 Funciones de algunas hormonas y neurotransmisores.

Hormonas y neurotransmisores	Función	Fórmula molecular
Endorfinas o fenilalanina	Aumenta la alegría y elimina el dolor	$C_9H_{11}NO_2$
Dopamina	Aumenta la sensación de placer, regula las sensaciones del dolor	$C_6H_3(OH)_2-CH_2-CH_2-NH_2$
Serotonina	Regula el sueño	$C_{10}H_{12}N_{2}O$
Adrenalina	Aumenta las emociones fuertes	$C_9H_{13}NO_3$
Feniletilamina	Aumenta la sensación de felicidad	$C_8H_{11}N$
Oxitocina	Aumentan los lazos afectivos maternal, paternal y la función sexual	$C_{43}H_{66}N_{12}O_{12}S_2$



¿Cómo lograr una interacción armoniosa de los seres vivos con el ambiente?

A lo largo de la lectura, has podido conocer los distintos cambios y reacciones químicas que experimentan los seres vivos en el ecosistema. El aire, el agua, el suelo, el fuego, los ritmos de la naturaleza y la variedad de los seres vivos no sólo tienen interés como cambios físicos y químicos o fenómenos biológicos, sino como las verdaderas influencias que han moderado la vida de los ecosistemas.

Conservar es, sin duda alguna, mantener un equilibrio entre los múltiples componentes de la naturaleza, incluido el ser humano, para esto es necesario que las mujeres y los hombres establezcan un intercambio creador con sus semejantes, con los animales, con las plantas, y con todos los elementos de la naturaleza que directa o indirectamente los afectan y a los cuales ellos afectan a su vez.

En el contexto mundial, organizaciones y personas preocupadas realizan campañas de concientización y de acción para la formación y aplicación activa de valores, conocimientos y conductas cónsonas con la conservación ambiental y el desarrollo sustentable; con el fin de promover una educación y una política orientada a disminuir el consumo de bienes y servicios excesivos y lujosos que originen contaminación y así minimizar los riesgos de una sociedad consumista, producto de un modelo económico que no respeta a la naturaleza y la destruye sin medir consecuencias.

En nuestro país, se han creado como política de Estado estrategias donde la comunidad y la escuela participan en asuntos de saneamiento y protección del ambiente a través de proyectos educativos como Manos a la siembra, limpieza de ríos, playas y quebradas, Misión Árbol, entre otros. Estas actividades cuentan con promotores que incentivan a los niños, niñas, adolescentes y jóvenes a ser garantes de la protección de nuestro ecosistema y la conservación de la biodiversidad.

En otras palabras, si se altera el equilibrio de la Tierra, incluido el equilibrio químico, corre peligro la vida de todos los seres que la habitamos. Por esto es importante que el ser humano aplique normas para conservar nuestro planeta. Desde el punto de vista de la química, destacamos:

- Antes de tirar cualquier objeto a la basura, pensemos si se puede reutilizar, reciclar o reparar, o si puede ser útil a otra persona.
- Evitemos los aerosoles, pues contienen compuestos como el cloro y el flúor carbonados, causantes de la destrucción de la capa de ozono, u otros gases que por su parte contribuyen al efecto invernadero.
- La gran mayoría de los productos de limpieza que utilizamos a diario no sólo son innecesarios sino también muy nocivos para el ambiente, por su composición química.
- Reducir el uso de plásticos PVC (cloruro de polivinilo), porque contaminan el ambiente durante todo su ciclo de vida.

En nuestro país existe un conjunto de leyes y reglamentos que tienen como finalidad proteger, conservar y mantener el ambiente y la calidad de vida de los ciudadanos y ciudadanas tanto en los ámbitos naturales como en los sociales. La Constitución de la República Bolivariana de Venezuela en su artículo 127 nos dice que el cuidado del ambiente es responsabilidad de todos y cada uno de los habitantes del país. Tal como reza:

“Es un derecho y un deber de cada generación proteger y mantener el ambiente en beneficio de sí misma y del mundo futuro. Toda persona tiene derecho individual y colectivamente disfrutar de una vida y de un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado. El Estado protegerá el ambiente, la diversidad biológica, genética, los procesos ecológicos, los parques nacionales, y monumentos naturales y demás áreas de importancia ecológica...”

La Constitución de 1999, también plantea la protección del ambiente como una prioridad nacional. Establece el deber de la sociedad de proteger y mantener el ecosistema en beneficio de sí misma y del mundo futuro y el derecho de disfrutar de una vida sana, segura y ecológicamente equilibrada, por lo tanto los ciudadanos tenemos que cuidar y proteger nuestro ambiente. Nuestras acciones en la casa, la calle, la playa o montaña y otros ambientes, se van sumando y generan gran impacto.



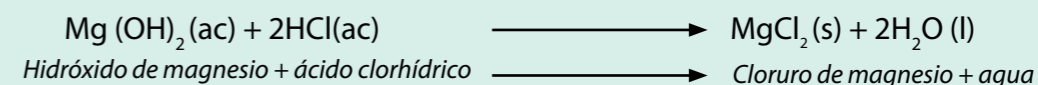
Para saber más...

La industria química, que genera mayor residuo debido a la cantidad de sustancias que emplea es, la farmacéutica. Cada ser humano en sus actividades diarias produce aproximadamente 360 kilogramos de residuos sólidos por año. Actualmente, existe la denominada química verde que busca desarrollar tecnología donde los procesos químicos generen el mínimo de residuos de modo que sea útil hasta el último átomo.



Actividades de autoevaluación

1. Cuando colocas las frutas sobre la mesa y las dejas mucho tiempo sin refrigerar, ¿qué le sucede? ¿Qué tipo de cambio ocurrió en las frutas y por qué? Explica.
2. Cuando cocinas un trozo de carne. ¿qué observas? ¿qué tipo de cambio ocurre y por qué? Explica.
3. Apoyándote en la lectura sobre las características para identificar un cambio físico y químico, indica varios ejemplos de la vida cotidiana donde se aprecien estos cambios.
4. Explica, ¿por qué en algunas casas le agregan frutas (piña, lechosa, naranja, entre otras) al cocinar algunos alimentos?
5. Cuando tienes acidez estomacal y tomas leche de magnesia, ocurre la siguiente reacción química:



Clasifica la reacción anterior, apoyándote en la tabla de reacciones químicas que tienes en la lectura.

6. Investiga sobre los métodos industriales utilizados para evitar la corrosión del hierro.
7. Investiga las medidas para conservar el ambiente y aplícalas a tu comunidad.
8. Investiga con tus compañeros y compañeras otras funciones de las hormonas y neurotransmisores que no se te señalan en el cuadro 9.2.
9. Tomando en cuenta que a lo largo de la lectura hemos hablado de las reacciones químicas que ocurren en los seres vivos y su relación con el ambiente, realiza un proyecto científico sobre algunas de las reacciones químicas que ocurren en la salud.
10. Realiza un proyecto de investigación: visitando un laboratorio clínico cercano a tu escuela o comunidad, investiga qué tipos de exámenes realizan, qué procedimientos y reactivos químicos utilizan, cómo se pueden relacionar con el tema de las reacciones químicas que ocurren en los seres vivos y cuál es la importancia del uso de estos laboratorios para la comunidad. Socializa con tus compañeras, compañeros y miembros de tu comunidad los resultados de tu investigación. Usa como referencia para realizar este proyecto la lectura sobre el proceso de investigación en ciencia y tecnología que se encuentra en el libro de 1° año de Ciencias Naturales de la Colección Bicentenario u otros libros vinculados a la investigación.



Los seres vivos interactúan entre sí y con los elementos abióticos del ambiente de manera permanente. Todos nos relacionamos, necesitamos conocer nuestro ambiente y responder ante él. Para llevar a cabo esta función de relación, cada especie ha desarrollado diversas estructuras internas diferenciadas. En el caso de los humanos, los receptores sensoriales nos permiten identificar las diversas señales del ambiente, y el sistema nervioso procesa la información y produce respuestas selectivas; las cuales envía a los otros sistemas del organismo. Entre ellos, al sistema óseo-muscular que responde con movimientos coordinados.

Para saber más sobre tales movimientos, en este libro pudiste apreciar cómo es la conformación fisiológica de las estructuras del sistema óseo-muscular. En esta lectura continuarás trabajando con algunos aspectos de la locomoción, pero vistos como sistemas mecánicos. A tal fin, vamos a conversar sobre el significado de conceptos como equilibrio, centro de gravedad, torque y palanca; para modelar con ellos algunos fenómenos relacionados con los huesos, los músculos, los tendones y las articulaciones.

Es decir, vamos a describir nuestro sistema óseo muscular como una máquina. Esta forma de modelarlo ha permitido conocerlo más a fondo y crear soluciones y mejoras en campos como el deporte y la salud. Al respecto, leerás acerca de la importancia que tiene esta manera de “ver” el cuerpo humano, tanto en la actividad deportiva, como en la salud integral.

Con los pies sobre la tierra

Existe una fuerza que mantiene anclados a los objetos y los seres vivos en la superficie de la Tierra. ¡Con los pies sobre la tierra! Si tratas de brincar, te elevarás hasta cierta altura y volverás a caer. ¡Todo lo que sube, baja! Seguramente ya recordaste que esto es debido a la fuerza atractiva entre la Tierra y los cuerpos en su superficie, la cual resulta de la interacción gravitacional entre sus masas.

Cuando los cuerpos están sobre la superficie terrestre, la fuerza gravitacional sobre ellos actúa en dirección vertical y dirigida hacia el centro de la Tierra, la cual representamos con una flecha (figura 10.1). Si te paras sobre una báscula obtienes una medida de esta fuerza, que es lo que llamamos **peso** (\vec{P}). El peso se relaciona con la masa M del cuerpo, mientras mayor es la masa mayor será el peso. Lo podemos calcular mediante el producto de la masa (M) por la aceleración de la gravedad (\vec{g}) en el lugar donde se encuentre el cuerpo, esto se expresa como: $\vec{P} = M\vec{g}$

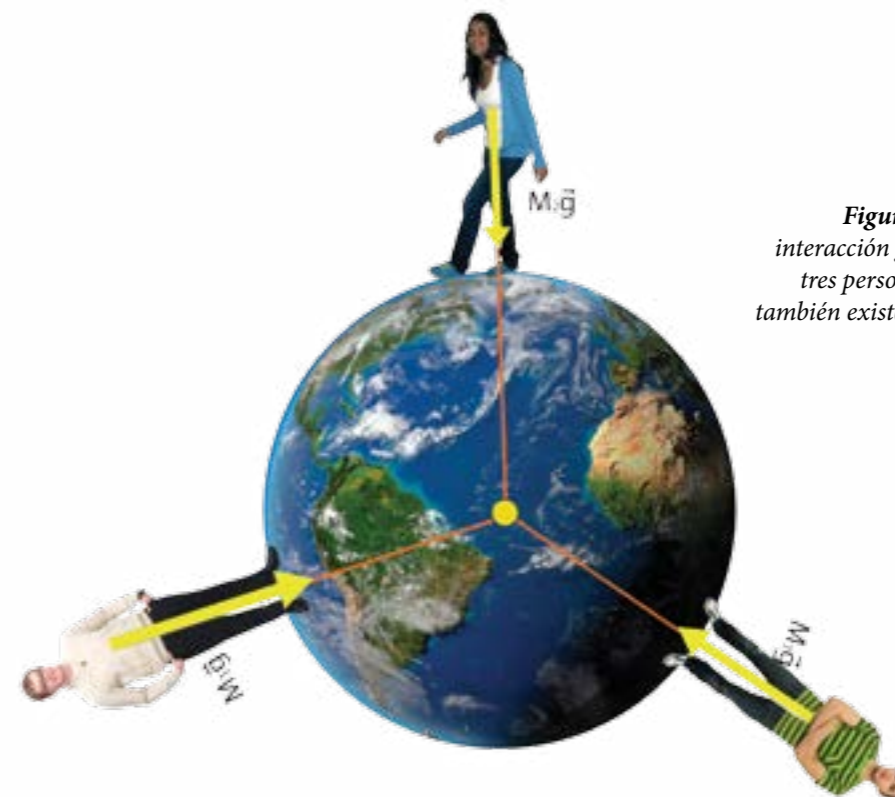


Figura 10.1. Representación de la fuerza de interacción gravitacional que ejerce la Tierra sobre tres personas en diversas regiones. Recuerda que también existe la fuerza de interacción gravitacional de las personas sobre la Tierra.

¿En qué parte de cualquier cuerpo está aplicada la fuerza de gravedad? Los cuerpos ocupan un espacio y tienen una distribución de masa en ese volumen. La fuerza de gravedad actúa sobre cada una de sus partes. De modo que la fuerza de gravedad sobre todo el cuerpo es la suma de la fuerza de gravedad sobre todas sus partes constituyentes.

Sin embargo, podemos identificar un punto especial del cuerpo, que es clave para entender las posiciones de equilibrio que puede adoptar cuando se apoya sobre una superficie. En ese punto, podemos considerar que está aplicada la fuerza de gravedad neta, es decir, la fuerza de gravedad neta sobre el cuerpo actúa como si toda la masa estuviese concentrada en ese punto, que llamamos el **centro de gravedad (CG)**.

¿Dónde está el centro de gravedad?

En la figura 10.2 hemos indicado el punto donde está el centro de gravedad en algunos objetos reales. En los objetos con formas geométricas definidas y masa uniforme, es fácil identificar el lugar del CG, ya que este coincide con el punto de simetría de la figura geométrica. Así, una pelota, que tiene su masa distribuida de manera uniforme en todo el volumen, tiene el centro de gravedad en el propio centro de la esfera. Conversa con tu profesor o profesora de matemática al respecto.

Ahora bien, en los objetos de forma irregular como una roca, o que están hechos de materiales con masa distribuida de manera no uniforme como un auto, el CG se ubicará en un lugar que se encuentra más próximo a las partes más masivas de su volumen. Por ejemplo, en una escoba, el CG estará en un punto del palo cercano al cepillo y en un martillo el CG está en un punto próximo a la cabeza. Observemos que en el centro de gravedad de un objeto no necesariamente hay materia; este es el caso de la pelota de baloncesto que es hueca en su interior, y tiene su CG en su centro. En otros cuerpos, el CG está fuera del propio objeto. Tal es el caso de la silla y del cambur mostrados en la figura 10.2.

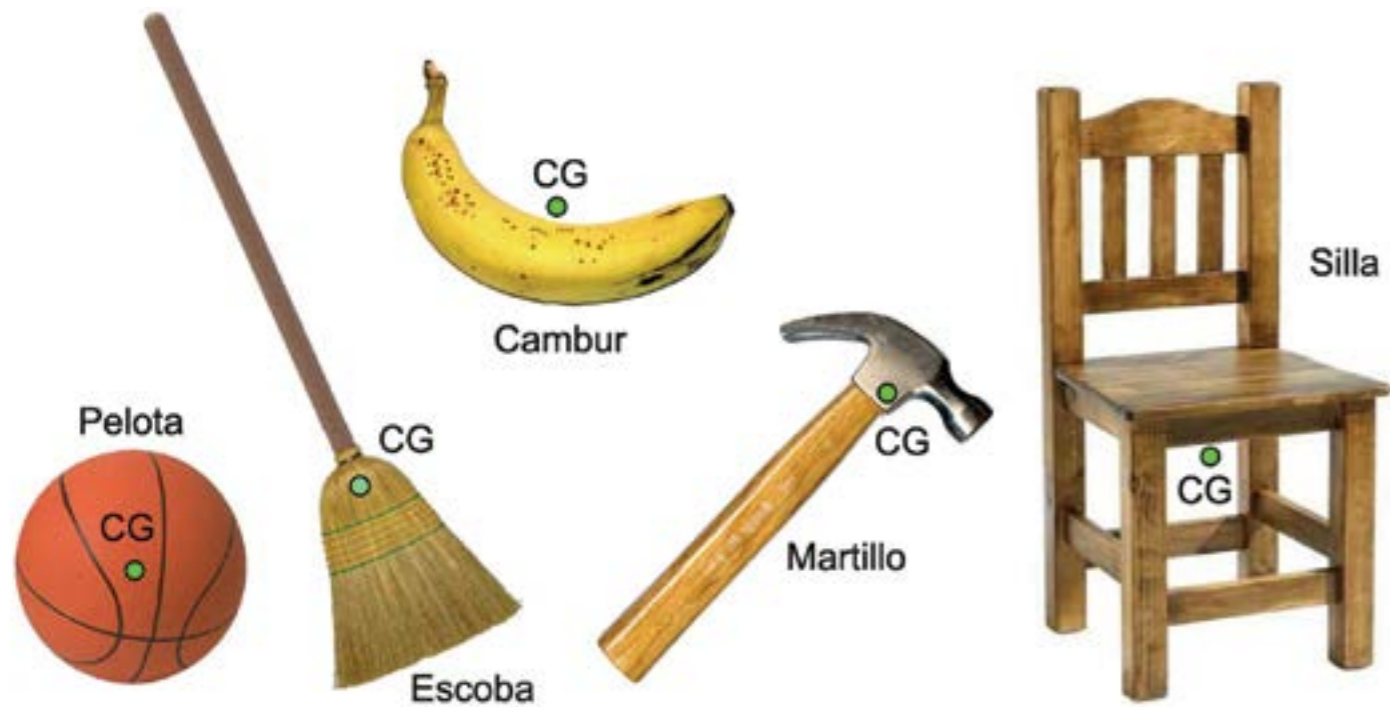


Figura 10.2. Ubicación del centro de gravedad para diferentes objetos. En el caso del cambur, la silla y la pelota, el CG se ubica en un lugar donde no hay materia.

Consiguiendo el equilibrio

En la cotidianidad has empleado la palabra equilibrio, por ejemplo, cuando dices “perdí el equilibrio”, te refieres a que estás a punto de caerte. Así mismo, puedes decir que las cosas que están sobre la mesa donde estudias están “quietas”, equilibradas. En estos y muchos otros casos, nos referimos al equilibrio cuando se dan dos condiciones:

1. La suma de todas las fuerzas que actúan sobre el objeto es cero, por ello no se traslada.
2. Las fuerzas que actúan sobre él no producen rotaciones o caídas, es decir, la suma de los torques es cero. Más adelante hablaremos del torque.

Estas dos condiciones son tomadas en cuenta por quienes diseñan estructuras y edificios. Nuestro maravilloso cuerpo humano también es un ejemplo de las dos condiciones. La ubicación del CG de un cuerpo es el factor determinante para su estabilidad.

Vamos a ilustrar estas condiciones, tomando como ejemplo un chupón de goma que tiene provisto un palo de madera, como los que se usan para destapar cañerías.

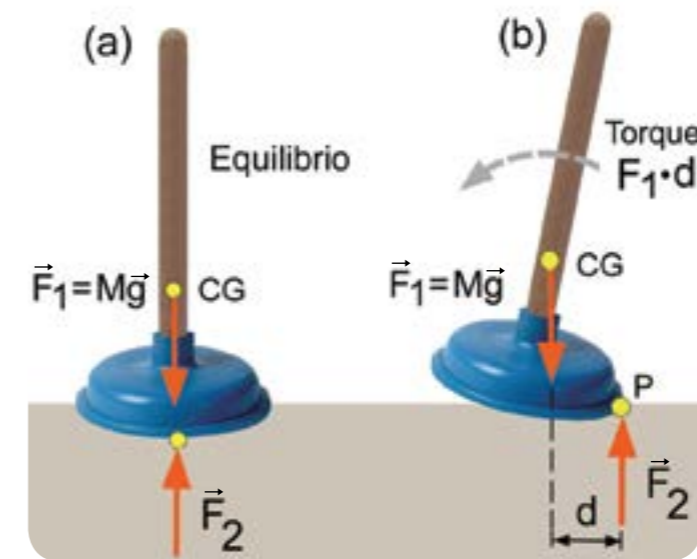


Figura 10.3 Un chupón de goma sobre una mesa. a) Posición vertical de equilibrio; b) Al inclinarlo tiende a girar

Supongamos que el chupón está en equilibrio apoyado sobre una superficie horizontal (figura 10.3.a). Observa que el CG está ubicado en un punto del palo cercano al chupón. Sobre este actúan dos fuerzas: la fuerza $\vec{F}_1 = M\vec{g}$ que es la fuerza de gravedad aplicada sobre su CG y la fuerza \vec{F}_2 que ejerce la superficie de apoyo hacia arriba. Estas dos fuerzas son de igual valor y están dirigidas en sentidos opuestos. Por lo tanto, la suma algebraica de ellas es cero. Se cumple así la primera condición de equilibrio. Además, notamos que ninguna de las dos fuerzas provoca rotación del objeto. Por lo tanto, también se cumple la segunda condición de equilibrio.

Si ahora inclinamos el chupón ligeramente hacia la derecha y luego lo soltamos. ¿Qué sucederá? El chupón no estará en equilibrio, pero tenderá a regresar a su posición original por la acción de la fuerza $M\vec{g}$ (figura 10.3b). Aunque se sigue cumpliendo la primera condición de equilibrio ya no se cumple la segunda condición porque la fuerza $M\vec{g}$ provoca la rotación del cuerpo con respecto al punto de contacto P; la fuerza de apoyo \vec{F}_2 que está aplicada sobre este punto no provoca rotación, ¿por qué? Esto significa que para que una determinada fuerza tienda a hacer rotar el cuerpo, su línea de acción debe estar a una cierta distancia d perpendicular respecto del punto de rotación P.

Por ello, nos vemos en la necesidad de introducir una nueva magnitud física, a la cual denominamos **torque de una fuerza** con respecto a un punto. El cual se define por el producto: $F \cdot d$, donde d es la distancia perpendicular a la fuerza desde su línea de acción hasta el punto de rotación (figura 10.3b). Esta distancia d se denomina **brazo de palanca**.

Ahora observa la figura 10.4. A la izquierda tenemos que la fuerza $M\vec{g}$ provoca una rotación respecto de la línea vertical, en sentido de las agujas del reloj; en este caso, al torque se le asigna un signo negativo (-), en cambio, consideraremos como torque positivo (+) cuando la rotación es en el sentido contrario a las agujas del reloj.

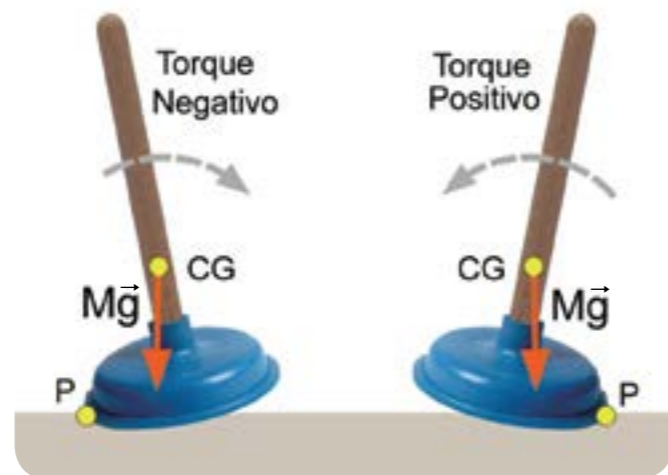


Figura 10.4. El valor del torque de la fuerza $M\vec{g}$ es el producto de la fuerza por la distancia d , perpendicular d al punto P. Torque negativo (izquierda). Torque positivo (derecha).

Dime dónde está el centro de gravedad y te diré si te caes

Tomemos de nuevo el chupón en la posición vertical de equilibrio (figura 10.5.a) y tratemos de inclinarlo cada vez más, (secuencia de figuras 10.5b, 10.5c y 10.5d). Así, llega un momento en que el cuerpo se caerá. La posición crítica se alcanza cuando la línea vertical imaginaria que pasa por su CG cae justo en el límite de la base de apoyo (Figura 10.5c). Esto significa que el cuerpo estará en posición estable solamente cuando la línea vertical proyectada desde su centro de gravedad pasa dentro del área del chupón, que corresponde al área circular del mismo. Esto es lo que llamamos la **base de sustentación**.

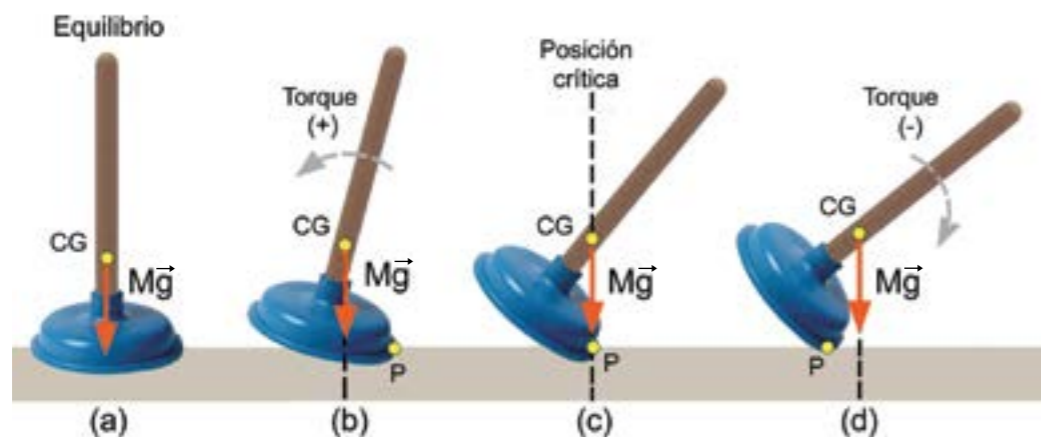


Figura 10.5 a) Un chupón de goma en posición vertical en equilibrio, b) al inclinarlo ligeramente, el torque debido a la fuerza $M\vec{g}$ (+) tiende a regresarlo al equilibrio. c) posición crítica en que la dirección de la fuerza $M\vec{g}$ pasa por el punto de apoyo P, no hay torque porque la fuerza no tiene brazo de palanca, $d = 0$. d) al inclinarlo demasiado, la dirección de la fuerza $M\vec{g}$ cae fuera de la base de apoyo, aparece un torque (-) y el chupón se cae.

Diversos métodos matemáticos permiten determinar el punto donde se encuentra el centro de gravedad de cualquier objeto. Sin embargo, en esta lectura aprenderás métodos prácticos para tal fin.

Recortamos una figura plana como la del pez mostrado en la figura 10.6. Ahora, lo colgamos mediante un clavo por el punto indicado. Así, el CG está en la línea de la dirección de la fuerza $M\vec{g}$ y por esto permanece en reposo (figura 10.6.a). Si desplazamos el pez ligeramente hacia un lado, la fuerza $M\vec{g}$ ejercerá un torque con respecto al punto de rotación o pivote, el cual tiende a llevar el cuerpo a su posición inicial de equilibrio (figura 10.6b)

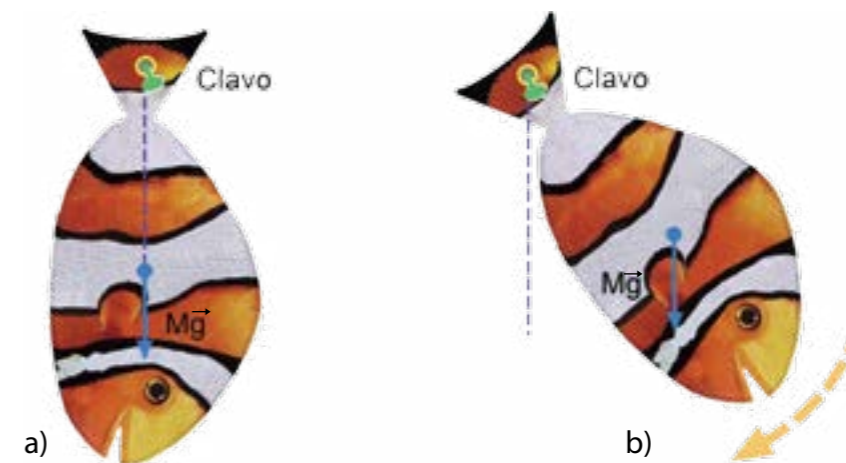


Figura 10.6 a) Figura plana suspendida en equilibrio, su CG por debajo del pivote, b), figura plana suspendida fuera del equilibrio, su CG fuera de la vertical que pasa por el pivote.

Este hecho nos permite determinar de manera sencilla la ubicación del centro de gravedad de cualquier objeto plano (bidimensional), por muy complicada que sea su forma geométrica. Como viste antes, si colgamos de un pivote el cuerpo, este tiende a acomodarse buscando que su CG está en la línea vertical por debajo del pivote. Esta línea la puedes identificar colgando del pivote una plomada. Si repetimos esto desde otros puntos del objeto, y trazamos las respectivas líneas de la plomada, encontramos el centro de gravedad CG, en el punto donde ocurre la intersección de las dos líneas de plomada (figura 10.7).

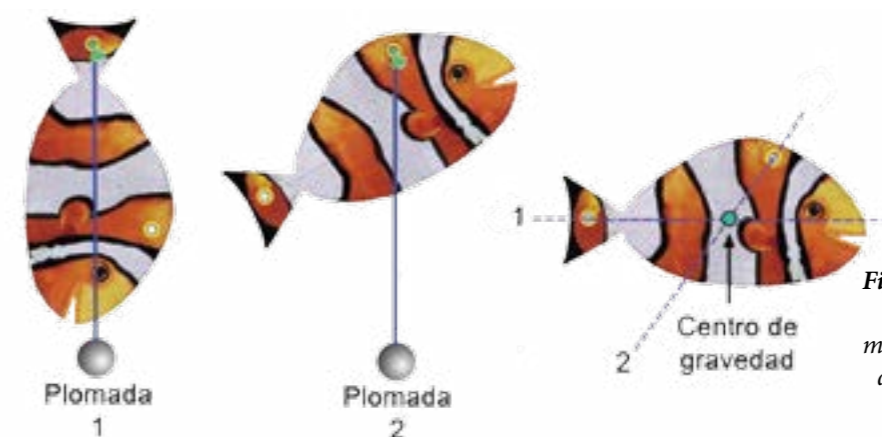


Figura 10.7. Determinación del centro de gravedad de una figura plana, mediante su suspensión por dos puntos diferentes. La intersección de las dos líneas de las plomadas es el punto donde se encuentra el CG.



Buscando un nuevo lugar para la capital de Venezuela

Una compañera propone que la capital de Venezuela debería mudarse a un lugar que esté en el centro de gravedad del territorio de Venezuela representado en un mapa. La actividad propuesta es para identificar ese lugar.

¿Qué harán?

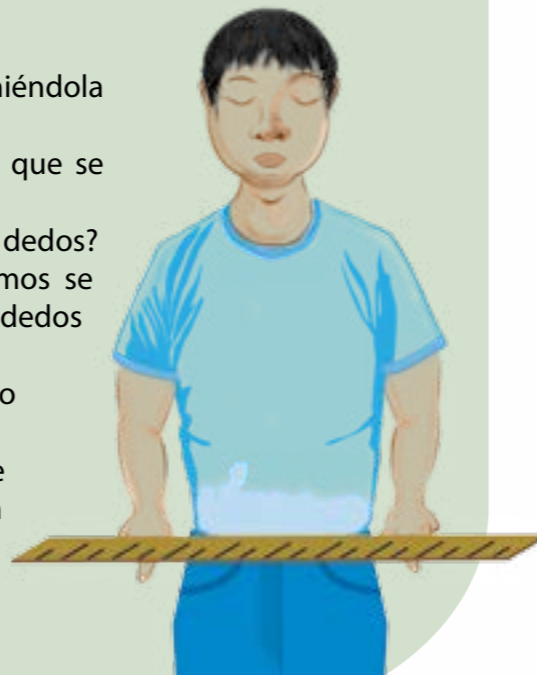
- Tracen el mapa de Venezuela a escala utilizando una cartulina gruesa y recórtenlo. ¿Dónde creen que estará el centro de gravedad de este mapa?
- Mediante el método descrito antes con las plomadas, determinen el punto donde debería estar el CG. ¿En qué parte de nuestro territorio queda el CG? Te sorprenderás porque es un sitio privilegiado donde tendríamos muy cerca agua en abundancia de nuestro majestuoso río Orinoco.
- Si apoyan el mapa sobre la punta de un lápiz en el CG. ¿Qué sucederá? ¿Cómo explican este hecho?

Encontrando el centro de gravedad de algunos cuerpos

Este es otro método para encontrar el centro de gravedad, que te sirve también para apreciar su relación con el equilibrio. Utiliza una regla o vara de un metro.

¿Cómo harás?

- Coloca tus dedos índices en los extremos de la regla, manteniéndola horizontal.
- Poco a poco y al mismo tiempo, mueve tus dedos hasta que se encuentren, manteniendo el equilibrio.
- Analiza: ¿en qué punto de la regla se encontraron los dos dedos? ¿Se mantiene el equilibrio? ¿A qué distancia de los extremos se encuentra ese punto? ¿Cómo fue el movimiento de los dedos respecto de la regla durante el proceso?
- Representa en un diagrama, la situación anterior al inicio y al final.
- Realiza la actividad con otros objetos de masa no uniforme como un cepillo de barrer ¿Qué diferencias encontraste en relación con la ubicación del centro de gravedad? ¿Cómo puedes explicarlo?
- Discutan sobre los métodos para determinar el centro de gravedad y su uso de acuerdo con la forma y tipo del cuerpo.



El centro de gravedad y la estabilidad física de las personas

Te has preguntado, ¿dónde queda tu centro de gravedad? Depende, la posición de nuestro CG es variable; cambia según la postura en que nos encontremos. Esto se debe a que el cuerpo humano no es rígido ¡afortunadamente somos flexibles! por ello podemos movernos con facilidad.

Cuando nos encontramos de pie en posición erguida, normalmente, el CG está en una zona ubicada a la altura del ombligo. Si levantas los brazos hacia arriba, tu CG se eleva varios centímetros y si tratas de agacharte de manera que tu cuerpo adopte la forma de una U al revés, el CG puede quedar fuera de tu masa corporal (figura 10.8a).

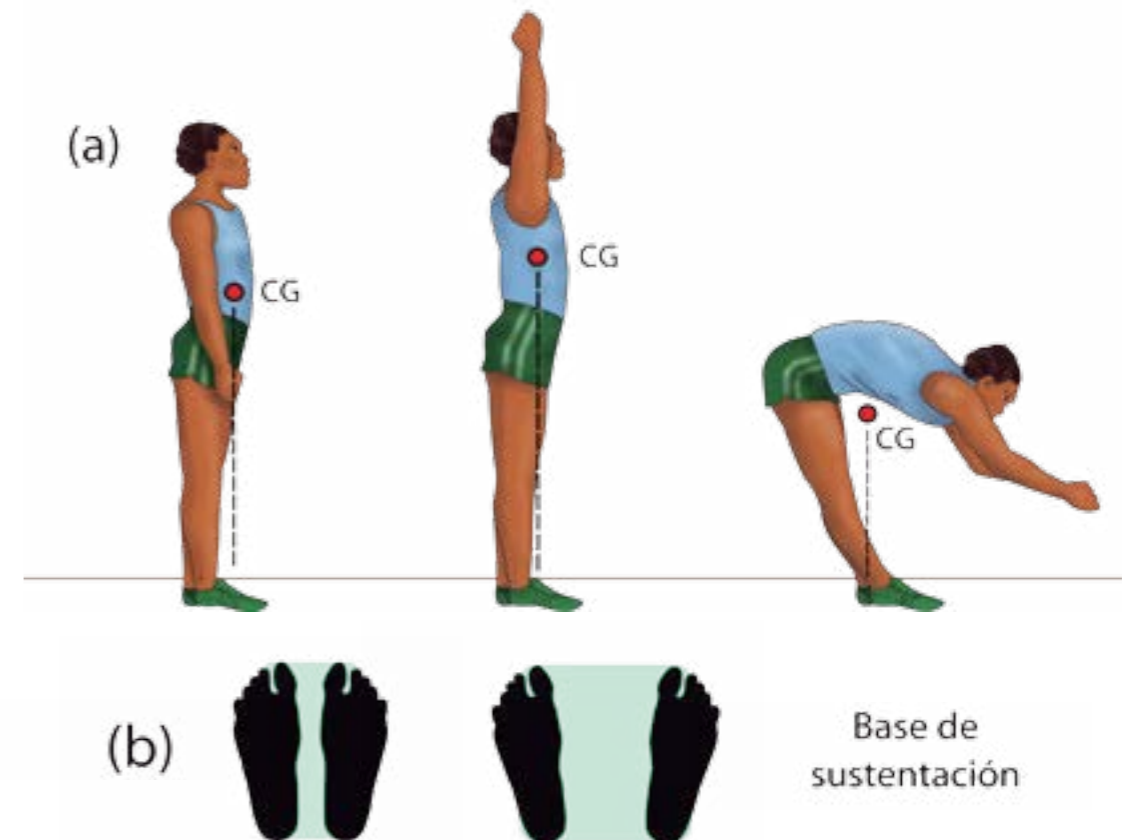


Figura 10.8 a) Centro de gravedad de una persona en tres posturas, donde la vertical desde su CG cae sobre la base de sustentación. b) La base de sustentación es la superficie abarcada por los pies al hacer contacto con el suelo.

La posibilidad que tenemos de cambiar nuestro CG moviendo partes del cuerpo es de importancia crucial para mantener el equilibrio y para nuestras capacidades motoras. De ello depende el éxito que pueda lograr un atleta durante una competencia.

Al caminar, correr y efectuar cualquier movimiento, tenemos que acomodar el cuerpo de manera continua, asegurándonos de que el CG siempre quede en la vertical proyectada sobre la base de sustentación formada por nuestros pies (figura 10.8b).



Para saber más...

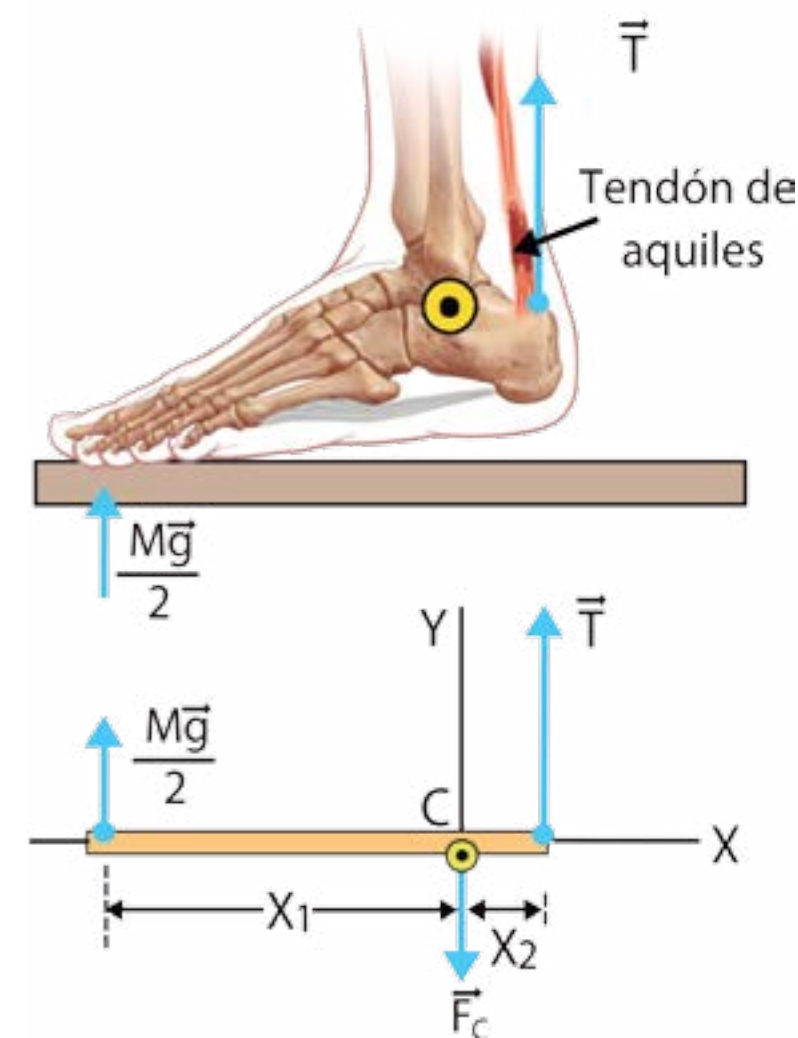
Como resultado de la adaptación evolutiva, la columna vertebral de las mujeres desarrolló tres vértebras en forma de cuña en la zona baja, a diferencia de los hombres que tienen sólo dos. Así, cuando están embarazadas, pueden arquear más su columna hacia atrás y ajustar su centro de gravedad con respecto a la que posee habitualmente, con ello logra mantener su estabilidad sin lesionar sus músculos Revista *Nature* (2007).

Algunos modelos mecánicos para estudiar nuestro cuerpo

Los conceptos anteriores nos van a permitir entender algunas respuestas motoras de nuestros huesos y músculos. Analizaremos en primer lugar, un ejemplo cercano a ti, tu pie.

La protuberancia de la parte delantera de la planta del pie está apoyada sobre el piso; este ejerce sobre nosotros una fuerza hacia arriba igual a la mitad de nuestro peso $Mg/2$, igual en cada pie (figura 10.9). Si te pones de pie, notarás el punto de apoyo y cómo se comporta al levantar el talón.

El hueso del talón está ligado a un músculo mediante el tendón de Aquiles; este tendón ejerce una fuerza hacia arriba que vamos a nombrar \vec{T} , la cual permite subir el hueso. La fuerza ejercida por el tendón varía su magnitud según la altura del talón (figura 10.9).



Observa que el hueso de la pierna se apoya sobre otro hueso del pie, ejerciendo una fuerza \vec{F}_c aplicada en el punto C hacia abajo, que también está relacionada con el peso de la persona.

Si modelamos los huesos del pie como los brazos de palanca X_1 y X_2 , respecto del punto C, hay un torque de la fuerza aplicada $Mg/2$ y otro de la fuerza del tendón por \vec{T} . ¿Hacia dónde intenta rotar el pie la acción de cada una de estas fuerzas? Con este modelo, podemos explicar las diversas posturas del pie, cuando caminamos, o corremos, y determinar los torques de las fuerzas.

Figura 10.9. Representación mecánica del pie. En este modelo, identificamos dos torques, el de la fuerza ejercida por el piso sobre el pie, $Mg/2$ en dirección hacia arriba y, el de la fuerza de resistencia, \vec{T} , en dirección hacia arriba, sobre el talón, aplicada por el tendón de Aquiles cuando se encoje. Los brazos de palanca de las fuerzas respecto del punto de apoyo, son X_1 y X_2 respectivamente.



¡No me puedo levantar!

Vamos a mostrar que para levantarnos hay que romper el equilibrio.

¿Qué harás?

Sentado en una silla, con los pies bien apoyados en el piso, otra persona pone un dedo en tu frente evitando que te inclines hacia delante. En estas condiciones, sin mover los pies hacia atrás, intenta levantarte moviendo tu torso hacia adelante.

¿Qué ocurre?

- ¿Lo lograste? Conversa sobre lo sucedido y construyan una explicación.
- ¿Por qué para levantarte necesitas mover el torso hacia delante?
- Representen en un diagrama, las fuerzas que actúan sobre la persona y el centro de gravedad, construyan una explicación. Compártanla con su profesor o profesora.



Ahora, examinaremos lo que sucede en nuestro brazo al sostener un objeto en la palma de la mano (figura 10.10). El codo lo tomamos como punto de apoyo, el cual funciona como una bisagra. Como viste en una lectura anterior, en este caso el bíceps se contrae, esto lo representamos con una fuerza \vec{F}_B hacia arriba que está aplicada a una distancia X_1 del codo.

Entre el codo y la mano está el antebrazo, cuya masa es m , por lo que el peso es $m\vec{g}$ y está aplicado a distancia X_2 desde el codo.

La bola que sostenemos, de masa M y peso $M\vec{g}$, ejerce una fuerza en dirección hacia abajo sobre la mano, siendo su brazo de palanca, la distancia entre su mano y el codo, X_3 . De esta forma, se ejercen tres torques, y la suma debe ser cero cuando el brazo está en equilibrio.

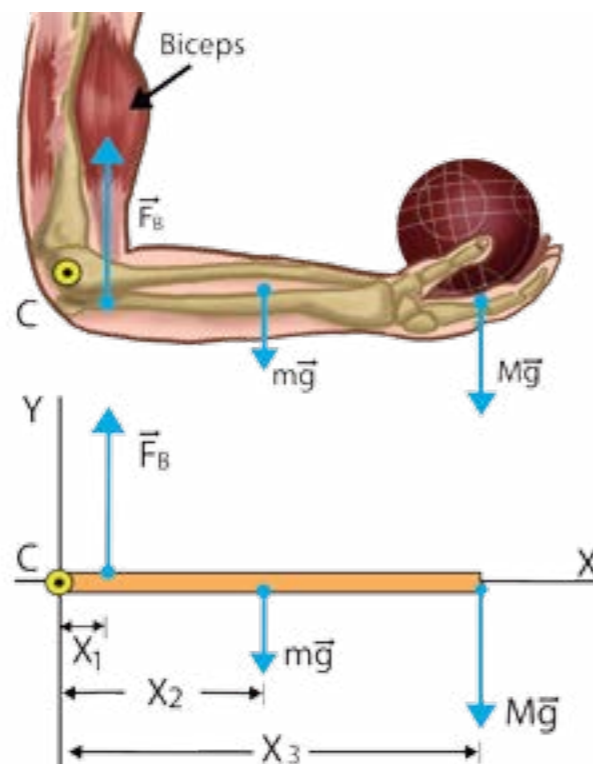


Figura 10.10. Modelo mecánico de un brazo sosteniendo una "bola criolla" de masa M y peso $M\vec{g}$.

¿Cómo caminamos?

Vamos a comenzar haciendo flexiones, es decir, nos tocamos la punta de los pies sin caernos, ni agacharnos. Al doblar el torso, inclinamos las piernas hacia atrás. ¿Ya sabes por qué? Como dijimos antes, la línea de acción del CG tiene que estar en la base de sustentación para que el cuerpo se mantenga el equilibrio (figura 10.11).

Ahora, si pegas tu espalda y talones a una pared e intentas tocarte la punta de los pies, verás que pierdes el equilibrio ¿Qué haces para no caerte? Mueves un pie hacia delante, para ampliar la base de sustentación, y permitir que la línea de acción del CG quede dentro de ella.

Piensa en cómo te mueves cuando caminas. Si caminas de perfil frente a un espejo, lentamente, notarás qué ocurre de manera periódica. Por ejemplo, si estás sobre el pie izquierdo; luego avanzas tu pierna derecha hacia delante hasta quedar apoyada sobre el pie derecho; Luego avanzas la pierna izquierda hasta quedar de nuevo apoyada sobre su pie. Esto se repite sucesivamente.

Figura 10.11. Una joven para tocarse sus pies desplaza la parte inferior de su cuerpo hacia atrás, logrando que la dirección de la fuerza de gravedad que actúa sobre ella (línea de acción del CG) esté dentro de su base de sustentación.

En cada ciclo, el CG se mueve en dirección vertical, subiendo y bajando, y en dirección horizontal, de un lado al otro. De manera que, el CG está siempre sobre la base de sustentación. Es decir, el CG del cuerpo humano avanza hacia delante con un movimiento de vaivén.

Al caminar, cada vez que estamos apoyados sobre un pie, una fuerza actúa hacia arriba sobre la planta del pie, ejercida por el piso, en reacción a nuestro peso. Cuando damos el paso al frente, sobre los dos pies actúa una fuerza hacia arriba.

En los diversos movimientos que realizamos, actúan múltiples huesos y músculos de nuestro cuerpo. Así que podemos construir modelos mecánicos de la cadera, los pies, las rodillas, la columna, los brazos, entre otros. Estos análisis han permitido elaborar simulaciones computacionales y construcciones de prótesis y otros implementos que nos benefician.



Construyendo modelos

Basándote en esta lectura, te proponemos que, organizados en grupos de trabajo, diseñen modelos tridimensionales de posturas de diversas partes del sistema óseo muscular (los hombros, la espalda, la cadera, otros). Para este tipo de proyectos, te sugerimos que leas en la **lectura 11** lo relativo a los **proyectos de investigación** tecnológica.

Para saber más... Unas ilustraciones interesantes del funcionamiento del organismo humano como maquinaria fueron realizadas por el médico Fritz Kahn (1888-1968), algunas están publicadas en su libro *El hombre máquina*. Múltiples videos y exposiciones se han derivado de ellas, como la animación que se encuentra en el siguiente enlace:

<http://www.vitonica.com/anatomia/el-cuerpo-humano-esa-maquina-perfecta>



Modelos para comprender la naturaleza

En la sección anterior, hemos construido sencillos modelos mecánicos para analizar algunos procesos de partes del sistema óseo-muscular, ya que estos constituyen sistemas reales complejos. Estos modelos nos permitieron hacer más simple su análisis y comprensión; además, describir o explicar de manera más o menos aproximada el estado de equilibrio del brazo o del pie en cada caso. También, es posible elaborar modelos eléctricos, modelos térmicos, energéticos, entre otros, para comprender otros sistemas y otras funciones de los seres vivos. En resumen, algunos modelos construidos en la física los hemos empleado para describir fenómenos biológicos.

En tus clases de Ciencias Naturales has conocido diversos modelos construidos por quienes investigan en este campo, tales como, el modelo de sistema solar, átomo y molécula, célula, movimiento, interacción, energía, así mismo sistemas óseo, muscular, endocrino, órganos sensoriales; y de otros aspectos como densidad de población, distribución de agua en el planeta, geosferas terrestres, y muchos más.

Los **modelos** son ideas aproximadas de la realidad o partes de ella, construidos por quienes la estudian. Los modelos pueden ser expresados de diversos modos: como objetos materiales, gráficos, esquemas, palabras, relaciones matemáticas o combinaciones de estos.

Los **modelos presentados como objetos materiales** pueden ser en tres dimensiones, como los que has visto en tu liceo de los sistemas y órganos de los seres vivos, o el de las geosferas de la Tierra. Este tipo de representación, por lo general, expresan estructuras. También se hacen en dos dimensiones, como el mapa de Venezuela, el mapamundi y la mayoría de las imágenes de estos libros de Ciencias Naturales.

Hay modelos que representan sistemas o procesos interactivos, los cuales pueden estar expresados con esquemas o diagramas, como el ciclo del agua, el flujo de materia y energía en una cadena alimentaria, entre otros.

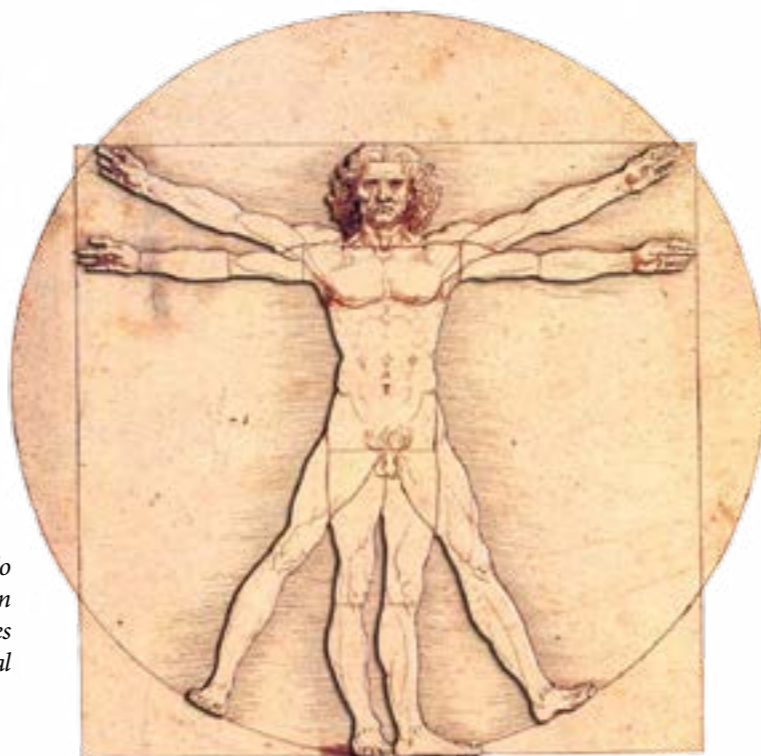
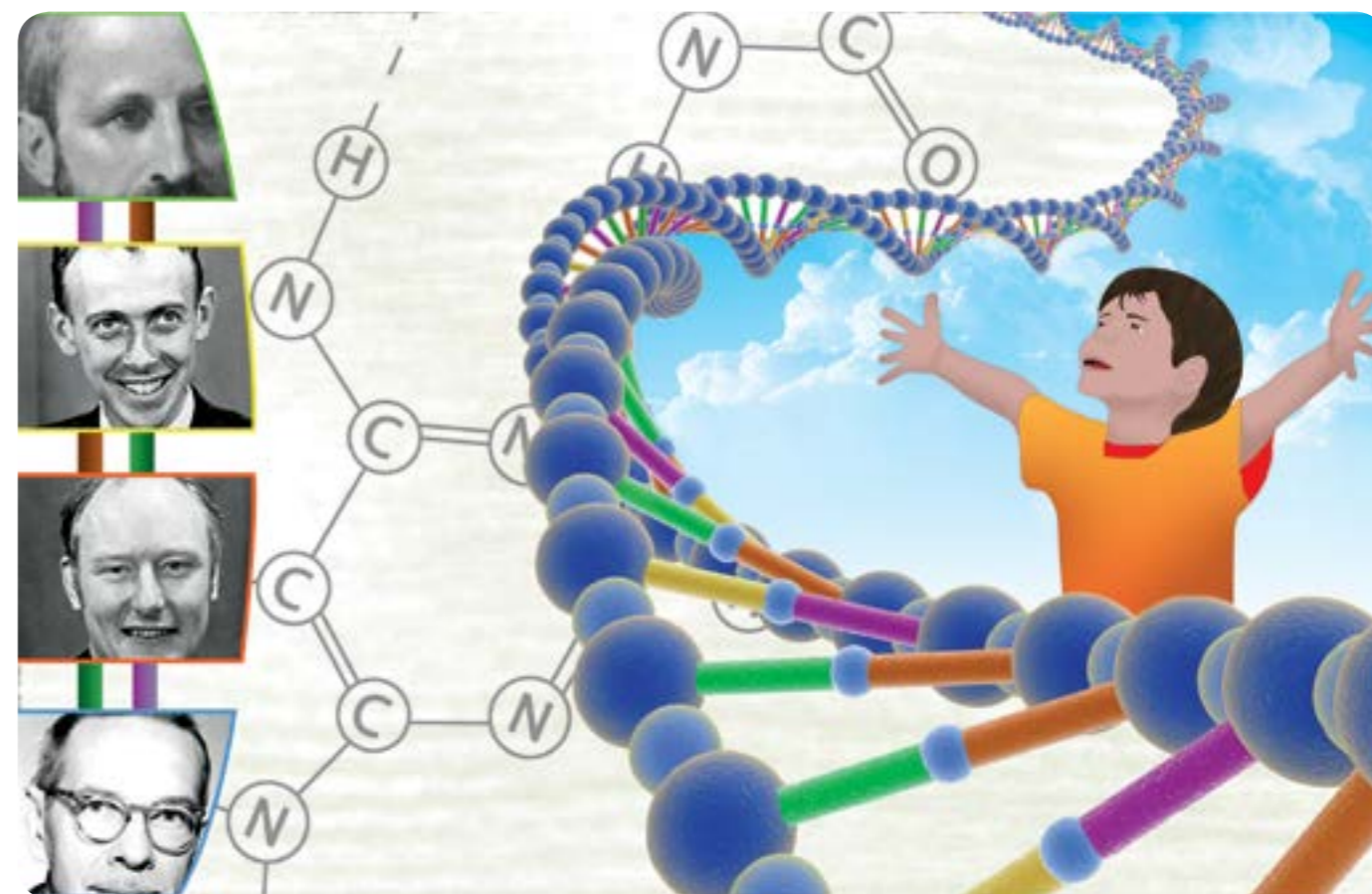


Figura 10.12. El hombre vitruviano de Leonardo Da Vinci (1490). Modelo de la figura humana con algunas proporciones matemáticas entre sus partes como “la apertura de sus brazos extendidos es igual a su altura”.

Los **modelos expresados en palabras**, corresponden a las definiciones de algunos conceptos como mezclas, materia, sustancia pura, seres autótrofos, niveles de organización de los seres vivos, entre otros. Cuando estos modelos incluyen relaciones matemáticas entre dos o más aspectos relevantes del fenómeno que se estudia, pueden estar acompañados por una expresión matemática y gráficos. Ejemplos de estos son el modelo de: centro de gravedad, torque, palanca, velocidad, tasa de crecimiento de una población, reacción química, entre otros.

Por lo tanto, los modelos son representaciones socializadas y consensuadas, con cierto grado de abstracción, de una porción del mundo real, que han sido elaborados con un fin determinado, por ejemplo, describir, explicar o predecir el comportamiento de la realidad. Los modelos constituyen una útil herramienta de pensamiento. Ellos son modificados y sustituidos a medida que se trabaja e investiga con ellos y acerca de ellos. Además, con los modelos podemos reproducir, en forma selectiva e intencional, algunos fenómenos con el fin de beneficiar a la humanidad.

Reflexiona sobre los diferentes modelos que has empleado en tus clases de Ciencias Naturales; analiza las siguientes preguntas: ¿qué rasgos o propiedades de la realidad incluyen? ¿Qué relaciones analizan? ¿Cómo se expresaron? ¿Cuál es el objetivo de cada modelo?





Analizando los movimientos en algunos deportes

- ¿Qué tácticas importantes de sus deportes favoritos les interesarían modelar?
- Organícense en grupos y distribuyan los deportes favoritos seleccionados.
- Diseñen y preparen **un proyecto** para indagar aspectos como:
 - ¿Cuáles son las tácticas más importantes? ¿Qué músculos y huesos intervienen en esos movimientos? ¿Cómo se mueve el atleta para mantener el centro de gravedad sobre la base de sustentación en cada técnica? ¿Qué movimientos son importantes para evitar lesiones? En los juegos paraolímpicos, ¿cómo varían las técnicas de estos deportes según el tipo de discapacidad? ¿Qué modelo podrían elaborar para representar los aspectos que le interesan del o los deportes analizados?
- Para este trabajo pueden consultar en Internet, entrevistar a atletas, entrenadores, médicos deportivos, fisioterapeutas, entre otros. Elaboren modelos de algunas de las tácticas analizadas.
- Socialicen los resultados de este trabajo por ejemplo, con estudiantes de alguna escuela cercana, organizaciones de jóvenes de la comunidad, deportistas aficionados de algún parque.



Los modelos biomecánicos del cuerpo humano y su impacto en la sociedad

La locomoción es el resultado de las órdenes que nuestro sistema nervioso le da al sistema óseo-muscular. Estos movimientos han sido representados mediante modelos, con más elementos y procesos que los considerados en esta lectura. Este campo de trabajo corresponde a la biomecánica, que se ocupa de la mecánica (equilibrio y movimiento) de los sistemas biológicos, en particular del ser humano.

En este campo trabajan de manera integrada personas de ciencias naturales, ingeniería, computación, diseño, entre otros, haciendo investigación científica y tecnológica. Los conocimientos construidos en biomecánica resultan de valor para la práctica deportiva, la medicina y la robótica.

La biomecánica analiza los movimientos que realizan los atletas de diferentes deportes. Estudia las fuerzas, los torques y otros aspectos a los que están sometidos sus huesos y músculos. Así, desarrollan y mejoran técnicas deportivas e instrumentarias para que sean más efectivas, y para que el atleta actúe con menos riesgo.

En la medicina, se estudian y desarrollan materiales para construir huesos, equipos o piezas que ayudan en el funcionamiento de nuestro sistema biológico. Esto contribuye con el buen vivir de las personas que nacen con discapacidades motoras o que por alguna razón las adquieren. Se producen prótesis de huesos (cadera, rodilla, otros), prótesis de piernas o brazos cada vez más parecidas a lo humano, implantes de vértebras, tornillos y placas, dispositivos externos como el bastón, las muletas o la andadera, y muchos más.

En Venezuela, hay diversos grupos de investigación y desarrollo tecnológico que trabajan en biomecánica, tanto deportiva como médica. Estos desarrollos constituyen un avance para el proceso de liberación y soberanía tecnológica que se está planteando en el país, y deben traducirse en beneficios para la ciudadanía.

Para saber más...

En el hospital Universitario de Caracas, tienen el robot Da Vinci. Con este equipo el cirujano desde una computadora, controla dos brazos robóticos, a través de los cuales realiza la cirugía en el paciente. Estos brazos tienen en sus extremos el instrumental necesario para llevar a cabo la operación. Hay otros brazos con una cámara que le permiten al cirujano ver en tres dimensiones y con gran ampliación, en un monitor. Con esta tecnología se logra mayor precisión en la cirugía.



Figura 10.13. Robot Da Vinci del Hospital Universitario de Caracas. <http://carloelburrin.blogspot.com/2010/05/robot-cirujano-da-vinci-en-el-hospital.html>



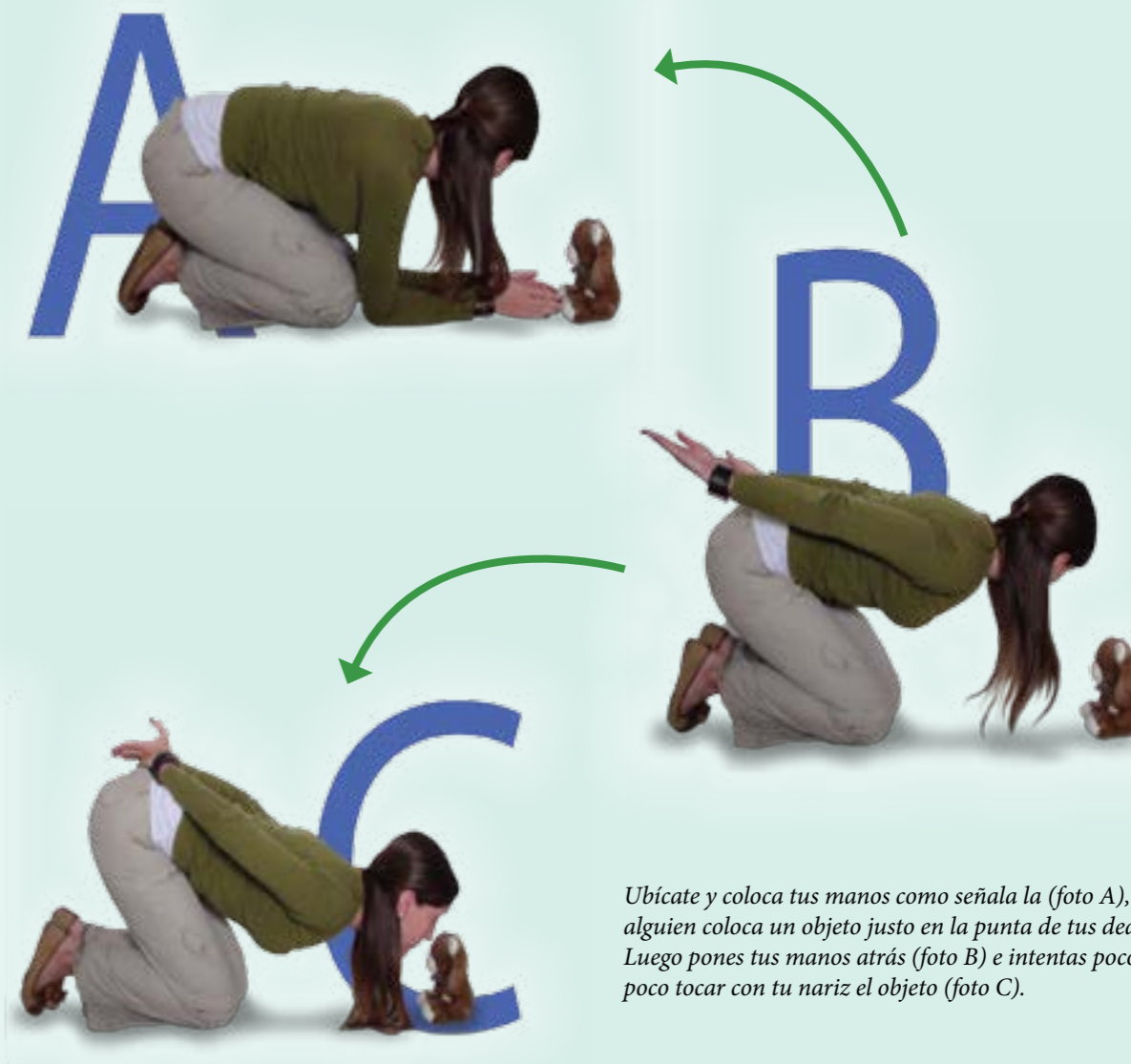
Actividades de autoevaluación

1. Estima la ubicación del centro de gravedad de una pelota (fútbol, béisbol, otras). Busca fotos de recorridos aéreos realizadas por ellas durante un juego, y representa la trayectoria del movimiento del centro de gravedad
2. Coloca una caja vacía (de jugo u otro material reusable) sobre una rampa, donde no resbale. Inclina poco a poco la rampa hasta que la caja se voltee, registra el ángulo en el que se cae. Representa a escala la situación; explícalo utilizando los conceptos de centro de gravedad, torque y equilibrio. Prueba con otros objetos de igual volumen y diferente base de sustentación. Compara.
3. En el salto alto del atletismo, el objetivo es pasar por encima de la barra sin que esta se caiga. Para ello, el atleta se impulsa, y al llegar muy cerca de la barra, salta y gira el cuerpo en el aire con el fin de pasar de espalda por encima de la barra. En este salto, ¿por dónde pasa el centro de gravedad? Representa la situación en un diagrama y explícala.



Yulimar Rojas, quien en 2013 superó su propia marca nacional en salto alto con 1,87 m, a los 16 años fue de 1,82 m.

4. Considerando el modelo del pie, explica: ¿Qué sucede con el tendón de Aquiles a medida que se levanta el talón? ¿Qué le sucede en las carreras de alto impacto?
5. Al doblarnos para recoger objetos pesados, los músculos de la espalda ejercen una fuerza muy grande que puede lastimarlos, por eso quienes cargan cosas pesadas utilizan unas fajas que bordean su zona lumbar. Modela esta situación y explica cuál es la función de las fajas. ¿Cuál es la manera adecuada para levantar objetos del piso?
6. ¿Por qué separas los pies cuando viajas parado en un autobús o tren que se bambolea?
7. Por lo general, los hombres tienen el CG un poco más arriba que las mujeres. ¿Cómo puedes explicar esto? La secuencia mostrada en la figura es una actividad que por lo general pueden hacer mejor las mujeres. Inténtalo y explica por qué unos pueden y otros no.



Ubícate y coloca tus manos como señala la (foto A), alguien coloca un objeto justo en la punta de tus dedos. Luego pones tus manos atrás (foto B) e intentas poco a poco tocar con tu nariz el objeto (foto C).



En la lectura de primer año conversamos sobre los procesos de investigación, creación e innovación, y centramos la atención en la investigación en ciencia. Vimos que estas investigaciones, aunque existen diferentes modos de hacerlas, tienen algunos subprocesos interrelacionados que son comunes.

En esta ocasión vamos a trabajar con la **investigación en tecnología**. Aunque verás que tiene subprocesos semejantes a la investigación en ciencia, su objeto de estudio y el producto son diferentes. La investigación en tecnología resulta importante para el desarrollo productivo del país y para resolver problemas de orden más prácticos que afectan a la población. Por ello es relevante que aprendas el saber hacer de este campo.

También, continuaremos con el proceso de **observación**, específicamente la cuantitativa. Por eso trabajaremos con el **proceso de medición**, ya que es una actividad importante, tanto en ciencia y tecnología, como en la cotidianidad.

Investigando en tecnología

Hoy en día, la tecnología está en permanente interacción con los elementos del ambiente por lo que entre las geosferas terrestres se ha incluido la tecnosfera, ¿la recuerdas? Esa zona de la Tierra en la que interacciona el ambiente natural con el ambiente artificial construido por la humanidad, la tecnología.

Pero, ¿de qué hablamos cuando decimos tecnología? En la comunidad, hay diversas significaciones. Veamos algunas:

1. Cuando hablamos de tecnología, sobre todo en el campo educativo, hay quienes sólo piensan en las computadoras, el Internet, las redes informáticas, en fin, los objetos y procesos relacionados con el mundo de la comunicación informatizada, lo que, generalmente, conocemos como **tecnologías de la información y comunicación, TIC**. Ciertamente, en nuestra vida estamos rodeados de muchos productos tecnológicos que tienen que ver con esto, ¿qué piensas tú?, ¿será la tecnología sólo eso?



Figura 11.1. Centro de Tecnología de la Información y Comunicación al servicio de la comunidad.

2. En las Ciencias Naturales, algunos de los resultados de investigación que se producen, no parecen tener relación directa con necesidades sociales, aunque suele suceder que, un tiempo después, estos conocimientos son la base para hacer **investigaciones aplicadas**. Por ejemplo, en ciencia se comenzó a estudiar el fenómeno de resonancia magnética nuclear, RMN, como parte de las investigaciones relacionadas con la estructura y el movimiento de los átomos y moléculas. Años después, estos conocimientos de la ciencia fueron aplicados a problemas de la humanidad, logrando desarrollos tecnológicos: procedimientos y equipos de RMN, que nos han beneficiado en diversos campos como: medicina, geología, agricultura, entre otros.

A esta aplicación selectiva de los conocimientos producidos en las Ciencias Naturales, para la solución de problemas específicos de la humanidad, se le suele denominar tecnología. Reflexiona y comparte con tus compañeras y compañeros si la tecnología es solamente cuando la ciencia es aplicada.

Para saber más...

Hacia los años veinte del siglo pasado, Wolfgang Pauli, para explicar algunas características observadas en los átomos, propuso la existencia de una propiedad física que denominó momento magnético (espín) del protón. Muchos experimentos se hicieron para probar este modelo, hasta que en 1939 Isidor Rabi y su grupo lograron medir dicha propiedad. Ese año, otros dos grupos de investigación, de manera independiente, midieron la resonancia magnética nuclear, RMN. Esto consolidó un nuevo desarrollo de la ciencia con impacto en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades. Estos físicos fueron laureados con el premio Nobel de Física: Rabi, en 1944, Pauli, en 1945; y Edward Purcell y Felix Bloch, en 1952.

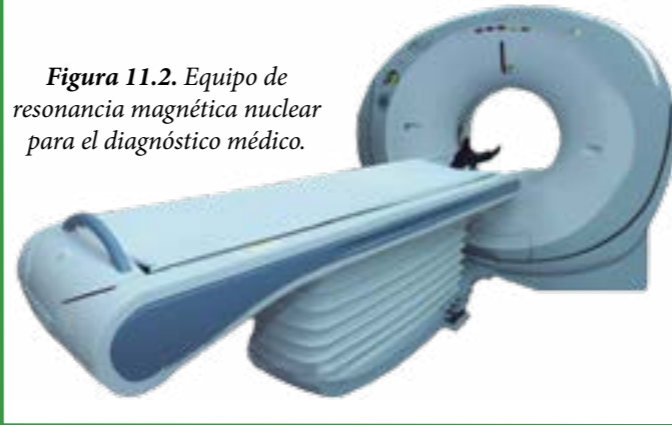


Figura 11.2. Equipo de resonancia magnética nuclear para el diagnóstico médico.

3. También se asocia **la tecnología a máquinas, técnicas, procesos o rutinas de acción**. Desde esta perspectiva, desde la revolución industrial se promovió una separación en el trabajo, quienes construyen o diseñan la tecnología, y quienes la usan. En esta división, se dice que las personas que construyen tecnología tienen los conocimientos y habilidades que les permiten hacer esa tarea, mientras que los usuarios sólo conocen cómo actuar frente a ella.

Esta idea de separar el conocimiento de la práctica ¿será realmente así? Parece que no, quien realiza el trabajo con la tecnología necesita saber cómo fue desarrollada para comprender cómo funciona. Además, en el hacer, construye un conocimiento acerca del proceso y del producto que es importante desvelar.

Esto último, es parecido a los saberes que producen los artesanos, y que generalmente transmiten de una generación a otra, lo cual les permite realizar su actividad humana y productiva y, en muchos casos, mejorarla. Estos saberes resultan valiosos para el desarrollo de nuevas tecnologías populares, así como los que producen los científicos o quienes hacen desarrollos tecnológicos.

Quienes usamos los productos tecnológicos para el buen vivir y el desarrollo de los sistemas productivos, además de saber usarlos, tenemos que conocer cómo funcionan y en qué se basa su diseño, para darle sentido a su uso, de modo que podamos resolver problemas, mejorar, innovar y crear procesos y recursos para el hacer tecnológico.

La ciudadanía no puede limitarse a usar ciegamente cualquier tecnología "de moda". Tenemos que ser críticos, y atender a sus aspectos positivos y negativos, a las consecuencias de su uso, para así mejorar, innovar y crear tecnologías que propicien beneficios desde el punto de vista ambiental y humano.

Pareciera entonces que, al hablar de tecnología, hay que pensar en algo más que productos y procesos, o aparatos, herramientas y técnicas, tenemos que incluir también los conocimientos y saberes que fundamentan y permiten la creación (figura 11.3). Complementa con ejemplos concretos los otros productos

Además, al igual que en la investigación científica, en la investigación tecnológica tenemos que el conocimiento y los procesos están juntos. La teoría y la práctica no pueden estar separadas.

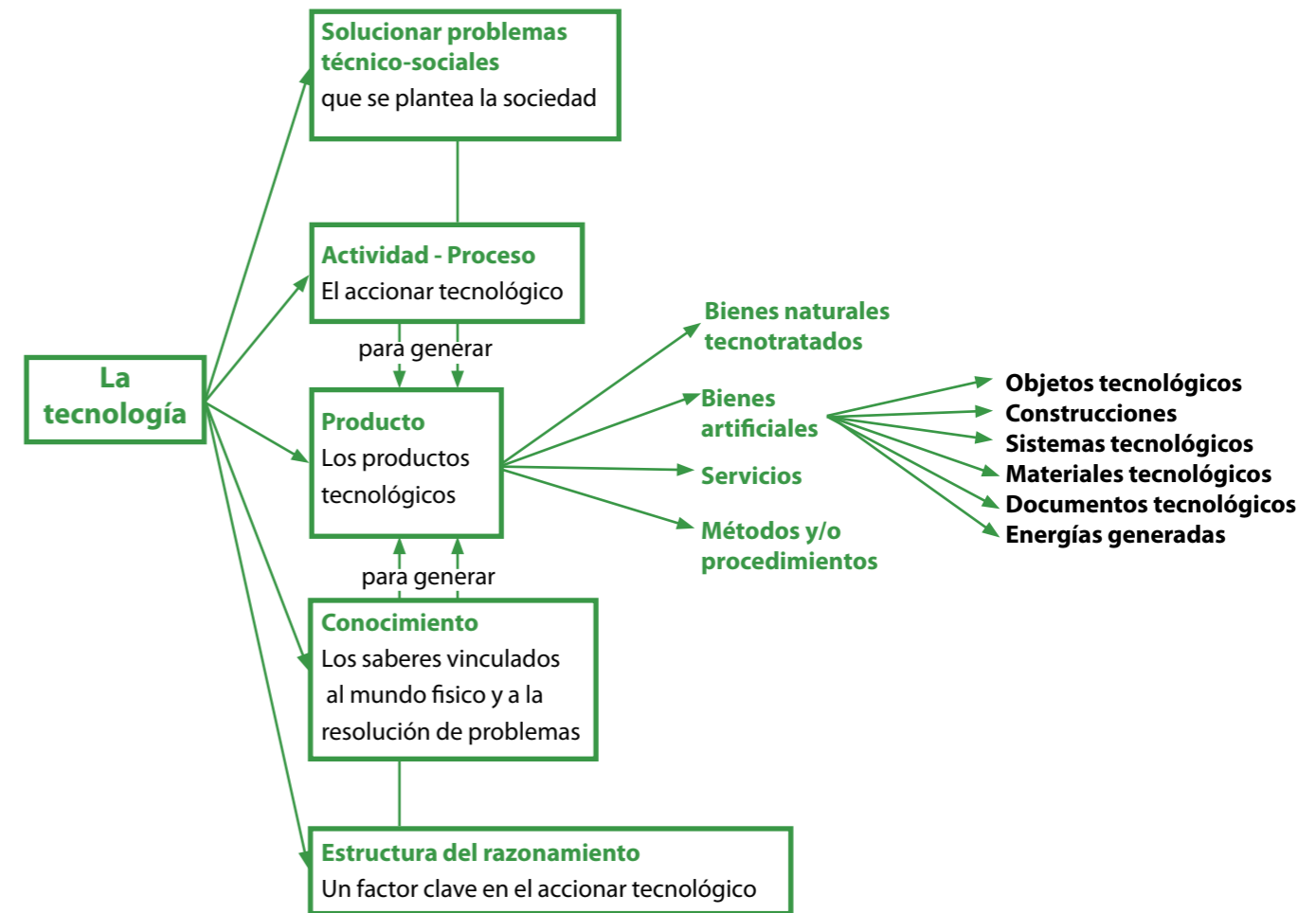


Figura 11.3. Diagrama sobre el significado de tecnología en sentido amplio. Adaptado de Aquiles Gay (2002), citado en: <http://coleccion.educ.ar/coleccion/CD15/contenidos/teoricos/tecnologia/index2.html>.

Procesos que permiten crear, usar y comunicar el saber y el saber hacer tecnológico

Comenzaremos leyendo una descripción de un estudio tecnológico, basado en un caso real, con el fin de identificar en ella las etapas del proceso.

Potabilización del agua

Dada la carencia de servicios de agua potable en una zona rural, un grupo de jóvenes decidió buscar una solución para potabilizar el agua que recogen del río o de la lluvia. De las diferentes propuestas que se les ocurrieron y la información que encontraron, seleccionaron una basada en un estudio de laboratorio, la cual afirmaba que se puede potabilizar el agua exponiéndola al sol en recipientes transparentes y anchos, durante períodos de tiempo entre 5 y 6 horas, de manera que alcance altas temperaturas. El grupo diseña un sistema de colectores para el agua de lluvia que cae desde el techo de las casas, después pasa por unos filtros para eliminar impurezas. Con esto llenan los recipientes transparentes y anchos; los cuales pueden ser expuestos al sol en las horas de mayor intensidad, para que alcancen altas temperaturas. Por último, el agua es enviada por tuberías hasta el sitio de consumo. Elaboraron los diagramas a escala, los revisaron y ajustaron. Analizaron la factibilidad de construcción de un prototipo, las herramientas que necesitarían, el tiempo, los métodos para evaluar la calidad del agua, entre otras. El proyecto lo presentaron a la comunidad para su evaluación.

Al analizar la descripción del proyecto, encontramos que los jóvenes:

- **Observaron** su realidad y **formularon un problema**, de una necesidad social, diagnosticada.
- **Buscaron información** sobre el tema de potabilización de agua.
- Compararon, **ordenaron y seleccionaron potenciales propuestas** de solución para seleccionar una.
- **Diseñaron** su propuesta de solución, con base a la información seleccionada, y **crearon o innovaron** de acuerdo a sus condiciones.
- **Evaluaron** el funcionamiento de su propuesta, e hicieron ajustes.
- **Analizaron** la factibilidad de construcción de su prototipo y se lo **presentaron a otros** para su **evaluación**.



Como verás, el grupo no llegó a construir la solución, así que el proceso no está completo. Si analizas la secuencia de acciones, notarás que algunas se repiten, eso es normal en cualquier tipo de investigación.

Hay que destacar que, en el campo de la tecnología, la solución que se escoge o se crea inicialmente no está totalmente lista, ella se va construyendo progresivamente, en un proceso de **acción-evaluación-reflexión-ajuste**, que se repite. Esto es diferente a trabajar por ensayo y error, donde no hay reflexión.

En síntesis, la **investigación en tecnología** tiene como objetivo resolver problemas de orden práctico, que satisfacen necesidades de la sociedad. Para ello, se realiza un proceso que, en general, implica:

- a) **Diagnóstico:** Detectar una necesidad social, explorar la realidad, ordenar y clasificar informaciones disponibles.
- b) **Diseño:** Definir y caracterizar el problema, describir posibles soluciones encontradas, creadas o mejoradas. Buscar información relacionada. Seleccionar la solución más eficiente. Adquirir conocimientos para afrontar las posibles soluciones.
- c) **Proyecto constructivo:** Crear un bosquejo (dibujo, otros) del producto o proceso que permitirá concretar la solución. Identificar necesidades materiales y humanas. Adecuar la solución según las condiciones, los recursos materiales y humanos factibles. Organizar un plan de acción. Evaluar y ajustar.
- d) **Construcción:** Poner en acción el plan de construcción, con sentido crítico a nivel de ensayo o experimento.
- e) **Ensayo:** Analizar y evaluar el plan ejecutado. Implementar ajustes. Posteriormente, poner el plan en ensayo a nivel real, analizar, evaluar y ajustar.
- f) **Concluir y divulgar:** Socializar los productos, procesos y saberes utilizados, innovados y creados en atención a la necesidad abordada.

¿Para qué desarrollar tecnologías? Tanto los artesanos o tecnólogos populares, como los investigadores en tecnología la desarrollan con el fin de mejorar su trabajo, atender necesidades e intereses que benefician al colectivo. Tienen que estar al servicio de la humanidad y de nuestra liberación, para satisfacer necesidades relacionadas con el buen vivir, de manera sustentable.

De acuerdo al problema tecnosocial que se aborde, hablaremos de tecnología de alimentos, mecánica, eléctrica, médica, educativa, metrología, entre otras.

Para cerrar esta sección, y dando continuidad al tema iniciado en el libro de primer año, tenemos que, en el proceso de los trabajos de investigación en ciencia y en tecnología, se llevan a cabo algunas tareas comunes. Sin embargo, parece que la principal diferencia entre ellos está en su finalidad y en el tipo de resultado:

Los **trabajos de investigación en ciencia** producen descripciones, explicaciones o predicciones sobre aspectos relacionados con los fenómenos de la naturaleza, bien por curiosidad humana o por su posible beneficio social, su principal resultado es el conocimiento.

En cambio, **los trabajos de investigación en tecnología** tienen como objetivo diseñar, crear o innovar productos, procesos y conocimientos asociados a estos, con el fin de dar una solución a un problema tecnosocial.



1. Creencias acerca de la tecnología

En esta actividad, te proponemos un estudio exploratorio, que no calificamos como tecnológico pero que sería interesante realizar:

Conocer qué piensa tu comunidad acerca de la tecnología. Organiza grupos con tus compañeras y compañeros, y con la ayuda del profesor o profesora, elaboren una encuesta para identificar algunas creencias acerca de: ¿qué es la tecnología?, ¿cómo se produce?, ¿quién la desarrolla?, ¿qué relación tiene con la ciencia?, ¿cuál es su finalidad?, ¿qué se obtiene de ella?, ¿cómo impacta en la vida personal y comunitaria y en el ambiente?, entre otras.

Diseñen un cuestionario, evalúen si las preguntas se entienden bien y si permiten encontrar la información que quieren.

Seleccionen las personas a quienes entrevistar: estudiantes de diferentes niveles, prodesores y profesoras, servidores públicos, profesionales variados, entre otros.

Una vez recogida la información, organicen y analicen los resultados. Produzcan conclusiones acerca de las preguntas y emitan juicios acerca de lo que creen en su comunidad sobre tecnología. Socialicen los resultados con la comunidad educativa.

2. ¿Qué nos gustaría resolver?

Realicen una actividad indagatoria sobre los problemas tecnosociales que son de interés para las y los miembros de la comunidad educativa. Seleccionen alguno y planifiquen un proyecto.

Entrevisten a integrantes de las organizaciones sociales de la comunidad para conocer cuáles son las problemáticas de interés y cómo son los proyectos que están desarrollando.

Observaciones cuantitativas en la investigación científica y tecnológica

Cuando observamos el ambiente, centramos la atención en algo, una cualidad o propiedad que nos interesa. Para ello empleamos nuestros sentidos u otros medios externos contruidos por mujeres y hombres con el propósito de mejorar la observación.

Algunas observaciones son descripciones cualitativas, por ejemplo: *el agua está salada; la Luna está lejos de la Tierra; esa persona tiene una actitud positiva*. También las personas tenemos la necesidad de comparar un atributo o propiedad de dos objetos o eventos, por ejemplo: *este salón tiene más estudiantes que aquel, o este árbol es más alto que el otro*. Pero esto no basta, a menudo tenemos necesidad de cuantificar esa diferencia, como por ejemplo: *este árbol es dos veces más alto que el otro*. Esto tiene la dificultad de que necesitamos tener presente el objeto de referencia para darle significado al número. Por eso, no sólo comparamos, sino que lo hacemos con un objeto o evento de referencia que las personas pueden saber cuál es, aunque no lo tengan presente.

En muchas ocasiones y sobre todo en ciencia y tecnología, hacemos observaciones cuantitativas como esta: el río Chuspa, frontera entre los estados Miranda y Vargas, nace a 1.000 m sobre el nivel del mar y tiene 25 km de longitud. Hacer este tipo de observación implica lo que denominamos medición, en otras palabras, medir es asignar un número a un objeto o evento, considerando otro de referencia.

La medición es una actividad importante tanto para las prácticas cotidianas de la ciudadanía como para el hacer de la ciencia y la tecnología. Piensa en qué propiedades medimos por ejemplo, en un mercado, una ferretería, una construcción, un centro de salud, otros.



Para saber más...

Al parecer los mayas inspirados en los olmecas, tenían varios modos de medir el tiempo. Entre ellos, el tzolkin de 260 días, de uso astrológico y el solar o haab, de uso cotidiano. Este último fue construido a partir de las observaciones del movimiento del Sol respecto de la Tierra durante años (traslación de la Tierra hoy), y se dividía en 18 meses de 21 días, para un total de 360 días más 5 complementarios. Ambos calendarios eran usados en conjunto.

En el acto de la medición intervienen varios elementos:

- La **propiedad del objeto** o evento a medir (tiempo, temperatura).
- El medio o **instrumento** empleado para medir (cronómetro, termómetro).
- Una medida de referencia, denominada **unidad de medida o patrón**.
- Un **procedimiento de medida** que se establece para comparar el objeto que nos interesa medir con el patrón seleccionado.
- Este proceso puede ser manual, es decir, lo realizamos nosotros, o puede estar automatizado, es decir, lo realiza un aparato que registra y guarda el valor de la medida.

Veamos un ejemplo de una medición: Queremos instalar el cable de un poste de luz, para ello decidimos medir la altura del poste.

- *Objeto de medida:* altura del poste.
- *Unidad patrón:* el metro.
- *Instrumento de medida,* ¿cuál conviene usar? Decidir qué instrumento usar está en relación al procedimiento que escojamos, veamos por qué.

Para saber más...

Los pueblos originarios del mundo comenzaron usando su propio cuerpo como patrón: el pulgar, el pie, el antebrazo, el paso, entre otros. Como no todas las personas tenemos el mismo tamaño, este tipo de patrón se ha ido cambiando por unidades más universales y reproducibles.

Si tenemos una escalera alta, podemos usar una cinta métrica de construcción, colocamos el cero en lo alto del poste, dejamos que se estire la cinta hasta el suelo y otra persona observa, al pie del poste, la medida en la cinta. Es decir, medimos la longitud del segmento formado entre el borde superior del poste y la base del mismo.

En cambio, si no tenemos escalera podemos usar la sombra del poste sobre el piso, cuando la luz del sol incide con un cierto ángulo respecto del poste. Con una cinta métrica de 1,5 m, medimos el largo de la sombra, desde la base del poste; aplicando conocimientos de geometría determinamos la altura del poste. Conversa con tu profesor o profesora de matemática sobre ¿cómo se puede hacer esta medida?

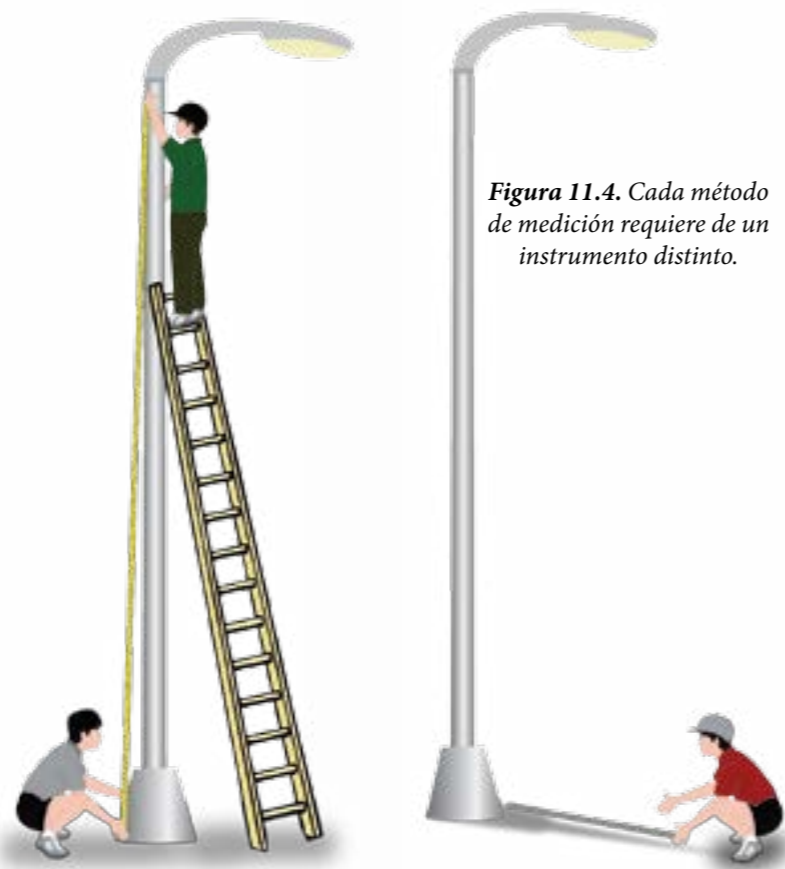


Figura 11.4. Cada método de medición requiere de un instrumento distinto.

Magnitudes y unidades, el Sistema Internacional de Unidades

Algunas propiedades se han podido determinar cuantitativamente, y las llamamos magnitudes. Tanto las **magnitudes** como las unidades se han ido socializando y acordando en los países y entre ellos. En 1875 muchos países adoptaron el sistema del Metro, Kilogramo y Segundo (MKS) para la **longitud**, la **masa** y el **tiempo**. Posteriormente, se agregaron tres nuevas unidades básicas para las magnitudes de: **temperatura**, **luminosidad** y **corriente eléctrica**. En 1960, decidieron llamarlo **Sistema Internacional de Unidades** que se abrevia **SI**. En 1971, incorporaron el **mol** como unidad básica para la **cantidad de sustancia**.

En la actualidad, trabajamos con estas siete magnitudes básicas con la unidad patrón y el símbolo correspondiente (cuadro 11.1). En el SI también encontramos las magnitudes derivadas definidas mediante relaciones matemáticas entre las básicas, las cuales con su nombre, símbolo y unidad patrón, se han socializado y acordado, algunas las puedes ver en el cuadro 11.2. El SI también incluye información sobre el sistema decimal, múltiplos y submúltiplos.

Cuadro 11.1. Magnitudes básicas según el Sistema Internacional de Unidades.

Magnitudes básicas	Unidad patrón	Símbolo
Longitud	metro	m
Masa	kilogramo	kg
Tiempo	segundo	s
Corriente Eléctrica	ampere	A
Temperatura termodinámica	grado Kelvin	K
Intensidad luminosa	candela	cd
Cantidad de sustancia	mol	mol

Cuadro 11.2. Algunas magnitudes derivadas del Sistema Internacional de Unidades.

Magnitudes derivadas	Unidad patrón	Símbolo
Fuerza	newton	N
Densidad	$\frac{\text{kilogramos}}{\text{metros cúbicos}}$	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
Energía, trabajo	joule (julio)	J
Potencia	watt (vatio)	W
Presión	pascal	Pa
Carga eléctrica	coulomb	C
Frecuencia	hertz	Hz
Ángulo plano	radian	rad

Hay magnitudes para las que usamos unidades que no forman parte del SI, que han sido aceptadas internacional o nacionalmente (cuadro 11.3).

Cuadro 11.3. Algunas magnitudes aceptadas internacionalmente que no son del Sistema Internacional de Unidades.

Magnitud	Nombre de la Unidad	Símbolo	Equivalencia en unidades SI
Tiempo	minuto	min	1 min = 60 s
	hora	h	1 h = 60 min = 3.600 s
	día	d	1 d = 24 h = 86.400 s
Ángulo plano	grado	°	$(\pi/180)$ rad ; $\pi = 3,1416\dots$
	minuto	'	$1' = (1/60)^\circ$
	segundo	"	$1'' = (1/60)'$
Volumen	litro	l, L	1 L = 1.000 cm ³ = 0,001 m ³
Masa	tonelada	t	1 t = 10 ³ kg
Temperatura	grados Celsius	°C	0°C equivale a 273,15 K

Cada país debe tener su colección de patrones legales, con sus respectivos múltiplos y submúltiplos, así como los equipos e instrumentos de medición para su reproducción y verificación, es decir, debe velar por la trazabilidad a patrones primarios que se han establecido y acordado en la Conferencia General de Pesos y Medidas (CIPM o BIPM, siglas en inglés).

Los patrones primarios de las magnitudes básicas, se hacían con un objeto material que se guardaba en algún país, a partir del cual se construían copias para ser empleados como patrones en los diferentes países. Este método tiene varios inconvenientes, entre ellos: la reproducción en cadena de las copias, copia de copia, termina por generar "patrones" poco confiables; el patrón primario, por ser un objeto material, con el tiempo se deteriora y varía su cualidad de patrón.

Los avances científicos y tecnológicos han puesto a la disposición nuevos instrumentos y de mayor exactitud, esto ha permitido diseñar experimentos físicos que se pueden replicar para obtener las unidades patrón. Así, cada patrón primario puede reproducirse, replicando el experimento en un laboratorio. Los países que adoptan los patrones del SI tienen laboratorios, propios o compartidos, donde reproducen patrones confiables, y establecen los procedimientos de supervisión de los instrumentos de medición que se utilizan en diferentes actividades.

Sólo queda un prototipo material, el del kilogramo. Sin embargo, se está investigando para encontrar un patrón que no dependa de ese objeto material, seguramente que pronto será cambiado.

¿Las medidas son exactas y precisas?

Piensa en algo que hayas medido recientemente. Vamos a pensar en los elementos que intervienen en el acto de medir.

- El instrumento de medida puede estar muy bien construido, evaluado y certificado por la oficina de pesos y medidas del país, sin embargo, su respuesta será siempre una aproximación al valor "verdadero" del atributo. Por eso, los instrumentos suelen tener una indicación del porcentaje de certeza que podemos obtener al usarlos, una medida de su exactitud.

- Por otra parte, el experimento desarrollado para definir la unidad de medida tiene su propio porcentaje de error, por muy pequeño que este sea. Por ejemplo, en el experimento para obtener el metro, el valor del patrón tiene una incerteza de 10^{-13} . ¿Te puedes imaginar lo pequeño que es este número?

Para saber más...

En Venezuela, se aprobó el uso del Sistema Métrico Decimal en 1849 y desde 1981 se acordó el uso del SI. En el Servicio Autónomo Nacional de Normalización, Calidad, Metrología y Reglamentos Técnicos (Sencamer), adscrito al Ministerio del Poder Popular para el Comercio, encontramos todas las normas que se tienen que emplear en los procesos de medición del país, además, tenemos la Ley de Metrología (2007, Gaceta Oficial No. 358.136).

- El objeto o evento que queremos medir puede tener variaciones, que dificultan su medición.

- Como dijimos antes, no hay un único procedimiento de medida. Unos pueden ser mejores que otros, pero no hay uno perfecto. Además, la selección del método está en función del modelo que ideamos para cuantificar el atributo. Los modelos son aproximaciones a la realidad.

- Por último, sea una persona o una máquina la que mide, siempre interfiere.

Por todo lo anterior, en toda medida hay siempre asociado un valor de incertidumbre, de duda. Lo importante es lograr que ella sea lo más pequeña posible respecto de la medida, para tener confianza en el resultado. En consecuencia, cuando realizamos una medición, expresamos la medida indicando tres elementos:

1. Un número que expresa la **mejor medida** obtenida.
2. La **unidad patrón** empleada.
3. Otro número que expresa **el error** que evaluamos.

Por ejemplo, el largo de un mesón, $L_{mesón}$, medido con una cinta métrica graduada en *cm* y de 2m, resultó:

$$L_{mesón} = 1,65 \text{ m} \pm 0,01 \text{ m}$$

El error indicado, $\pm 0,01 \text{ m}$, quiere decir que la medida del largo del mesón está entre 1,64m y 1,66m (Figura 11.5).

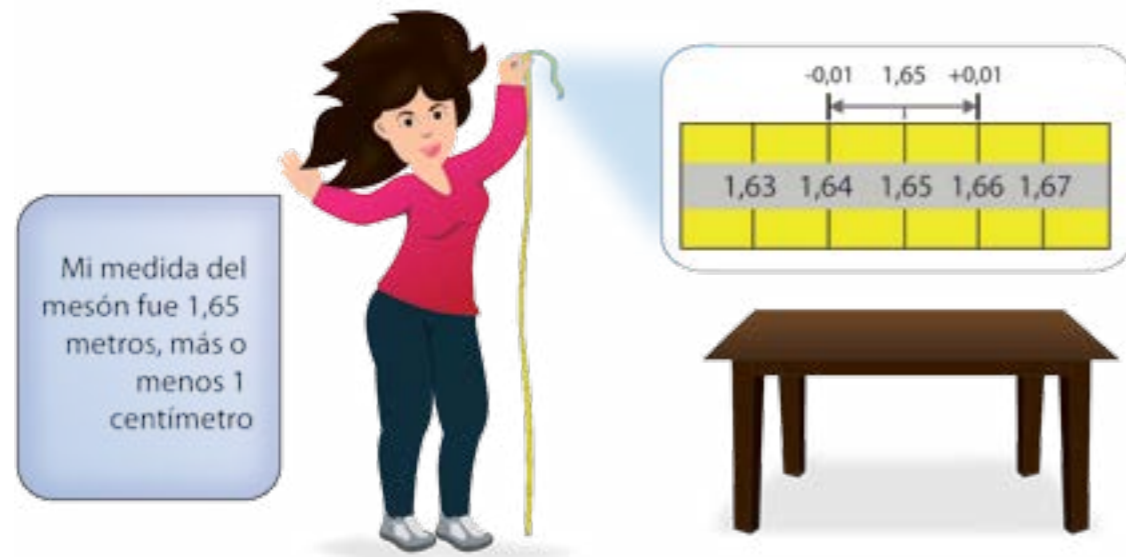


Figura 11.5 En la cinta métrica observa el valor obtenido con el intervalo del error.

El error también se puede expresar en porcentaje, es decir, como el cociente entre el valor del error y el valor de la medida. Para el caso anterior, el **error porcentual** es:

$$E\% = \frac{0,01}{1,65} \times 100 = 0,6\%$$

Entonces, ¿Las medidas son exactas y precisas? seguro que ya tienes una idea de la respuesta. Efectivamente, **las medidas no son exactas, ni totalmente precisas**, es decir, el valor “verdadero o exacto” de una medida es tan solo un ideal.

Pero, ¿cuál es la diferencia entre exactitud y precisión de la medida? Veamos, dos estudiantes miden cuatro veces el tiempo que tarda una escalera mecánica en subir a un compañero. Los resultados los presentaron en la tabla siguiente:

Tabla 11.1. Medidas de tiempo realizadas por dos estudiantes.

Estudiante	Medida de tiempo (s) ± 0,1 s			
Coromoto	10,1	11,0	10,5	10,8
José Félix	10,0	10,6	10,1	11,3

Observa que todas las medidas individuales tenían el mismo error: ± 0,1 s. Sin embargo, al analizar el conjunto de las cuatro medidas que obtuvo cada uno, vemos que las de Coromoto variaron entre 10,1 s y 11,0 s, mientras que las de José estaban más dispersas, variaron entre 10,0 s y 11,3 s. Podemos decir que Coromoto obtuvo más precisión que José Félix.

Como verás, cuando medimos, pocas veces obtenemos el mismo valor, por eso lo más conveniente es repetir la medida varias veces. Luego, con las medidas calculamos el **promedio**.

En nuestro ejemplo, el promedio de las cuatro medidas de Coromoto es 10,6 s y el promedio de las medidas de José Félix es 10,5 s. Esto lo podemos expresar así:

$$\text{Coromoto: } t_{\text{promedio}} = (10,6 \pm 0,4) \text{ s}$$

$$\text{José Félix: } t_{\text{promedio}} = (10,5 \pm 0,6) \text{ s}$$

Observa que incluimos un valor de error de cada promedio, el cual representa la variación promedio de las medidas respecto de él: en el caso de José es mayor que en el de Coromoto.

Ahora, imagínate que sabemos cuál es el valor “real o verdadero” de la medida.

$$t_{\text{verdadero}} = 10,8 \text{ s}$$

(no tiene error pues es la medida ideal)

Analicemos ¿cuán lejos están las medidas de la tabla 1 de este valor “verdadero”? La medida que más se aleja del valor “verdadero” es 10,0 s, esta medida es la menos exacta. Mientras que la que está más próxima es la más exacta; fíjate que en la tabla hay dos medidas igual de cercanas: 10,6 s y 11,0 s; y hay una que coincide: 10,8 s, esta medida es la más exacta de todas, pero no totalmente, recuerda que todas las medidas individuales tienen un error de 0,1 s.

En este ejemplo, las medidas de Coromoto fueron las **más precisas y exactas**, sin embargo, puede ocurrir que obtengamos medidas **precisas pero poco exactas** o, al revés (figura 11.6)

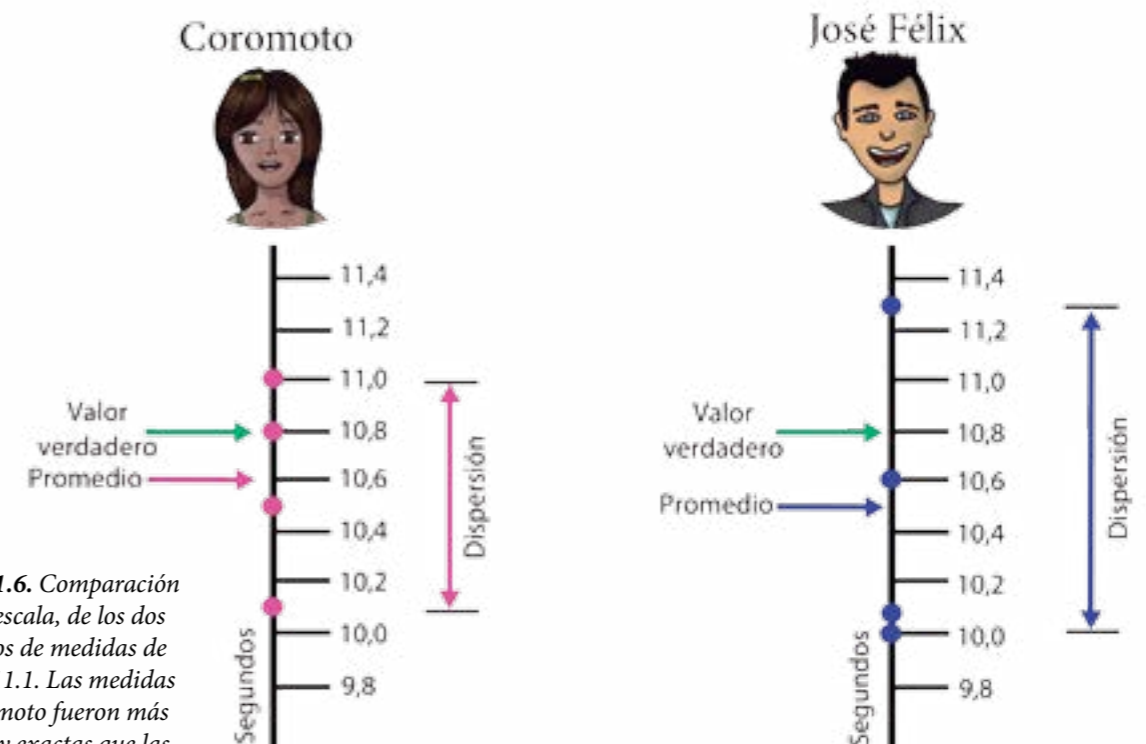


Figura 11.6. Comparación en una escala, de los dos conjuntos de medidas de la tabla 11.1. Las medidas de Coromoto fueron más precisas y exactas que las que tomó José Félix.

Otra manera de ilustrar el significado de exactitud y precisión, es con el lanzamiento de un dardo sobre un blanco. En la figura 11.7A se muestra un caso, en el que los dardos quedaron muy próximos unos de otros. En la figura 11.7B, los dardos quedaron muy dispersos unos de otros. **La precisión** en el primer caso es mayor que en el segundo.

También puedes notar que en el caso de 11.7A los dardos están más lejos del centro que en el caso 11.7B, si consideramos el centro como el valor "verdadero", el caso A es menos exacto que el caso B.

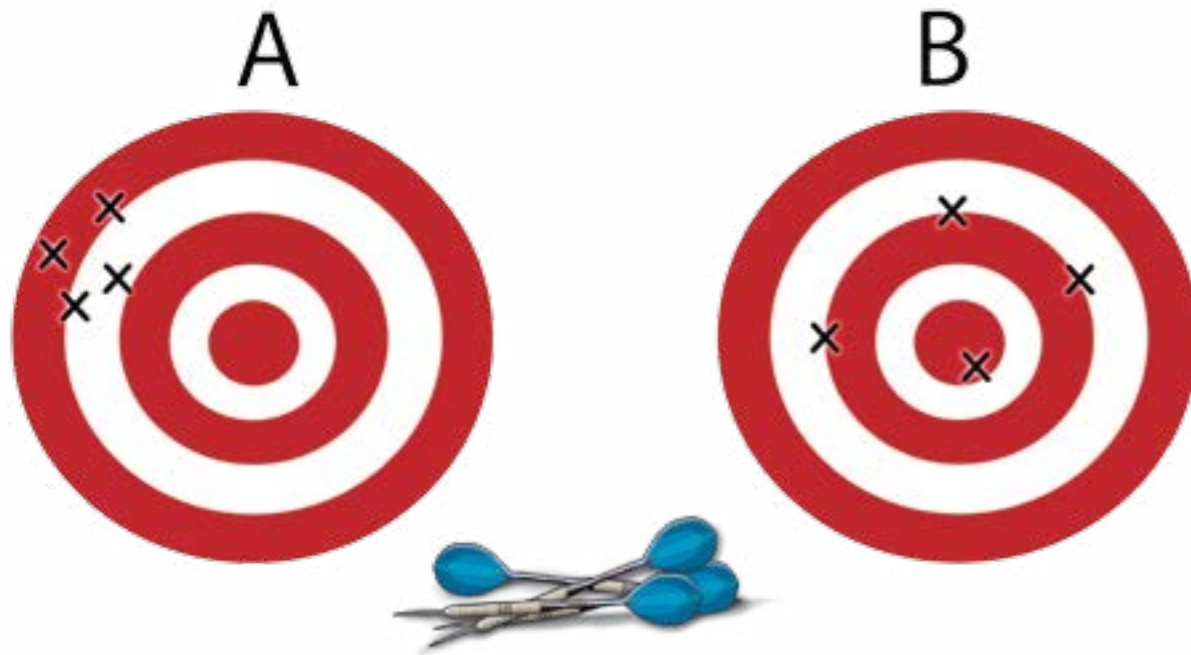


Figura 11.7. Lanzamiento de los dardos: A representa mayor precisión que B, en este los dardos están más dispersos. Además, los dardos en A están más lejos del centro (valor "verdadero") que los de B, por eso, el caso A representa menos exactitud que el caso B.

En síntesis, **cuando medimos** siempre **buscamos que la medida sea lo más precisa posible** y, lo más próxima posible al valor "verdadero", es decir, que **tenga la mayor exactitud**.

Todas las medidas tienen asociado algún error que se origina en: el instrumento, el procedimiento, la habilidad y experiencia del que mide, el azar y el modelo utilizado para la medida.

Por ello, es importante seleccionar un método que nos garantice mayor precisión, modelos consensuados e instrumentos con buena exactitud. También es conveniente repetir la medida varias veces y utilizar el promedio, como representación de la mejor medida. Recuerda realizar la medición con todo cuidado y no cometer errores humanos o equivocaciones, estos errores sí los puedes evitar.

Relaciónate con algunos instrumentos de medición

En las diversas actividades de investigación, creación e innovación propuestas en este libro y las que realizas en el liceo, has utilizado diversos instrumentos de medición, tales como reglas, cronómetros, balanzas o básculas, vasos de medida, entre otros. Igualmente, en los servicios de salud habrás observado que se emplean termómetros, tensiómetros, cintas métricas y otros aparatos. En general, en las diversas actividades que se realizan en el hogar, servicios y producción, ciencia y tecnología, y otros, empleamos instrumentos de medición.

Una vez seleccionada una unidad de medida que consideramos adecuada para medir una magnitud, estimamos su valor y escogemos un instrumento, el que mejor se adecúe a las condiciones que tenemos.



Figura 11.8. Instrumentos de medición. Termómetro corporal. Balanza de baño. Tensiómetro.

La selección del instrumento requiere que conozcamos algunas de sus características:

1. Apreciación del instrumento, corresponde a la mínima medida que el instrumento puede evidenciar. Por ejemplo, en la figura 11.9 tienes dos balanzas, la A tiene una apreciación de 0,020 kg, mientras que la B, en la escala interior tiene una apreciación de 0,250 kg verifícalo. La precisión de los instrumentos está asociada con su apreciación, así tenemos que la pesa A es mas precisa que la pesa B.



Figura 11.9. Se muestran dos balanzas: i) la A (izquierda) tiene una apreciación de 0,020 kg (20 g) y la B (derecha) tiene una apreciación de 0,250 kg (250 g). La balanza A es más precisa que la balanza B. ii) el rango de medida de la balanza A está entre 0 kg y 2 kg; y el rango de la balanza B está entre 0 kg y 22 kg.

2. El rango de valores que puede medir el instrumento, establece, entre qué par de valores puede medir. En las balanzas de la figura anterior tenemos que una mide entre 0 kg y 2 kg y la otra entre 0 kg y 22 kg.

3. Exactitud del instrumento, esto se refiere a cuánto se aproxima la medida del instrumento al patrón primario definido en el SI. Algunos instrumentos expresan su exactitud en sus manuales. Cuando no está expresado o el instrumento perdió su exactitud original, hay que calibrarlo. Calibrar implica comparar el valor que indica con el patrón primario, y ajustarlo. Por ejemplo, un reloj que se atrasa 2 minutos por día tiene poca exactitud, hay que graduar su maquinaria.

Una balanza que al colocarle una pesa de valor conocido confiable, registra un valor mayor o menor que el valor de la pesa, tiene problemas de exactitud, es poco confiable. Por lo tanto, o está dañada o hay que calibrarla. Recuerda, por muy bien que se calibre un instrumento su medida nunca será completamente exacta, lo importante es que pueda reproducir un valor que esté lo más próximo posible al patrón.

4. Método de uso, es necesario conocer el procedimiento a seguir para medir con el instrumento, ya que si lo hacemos mal estaremos registrando medidas que no son confiables. Claro está que la interacción entre el operador, el instrumento y el objeto a medir produce errores que son inevitables, y que tenemos que cuantificar.

¿Cómo determinamos el error en la medida?

Como leíste antes, el error en la medida está afectado por diversas fuentes. En esta lectura vamos a conocer cómo **estimar el error que se relaciona con el instrumento de medición**.

La **apreciación del instrumento** es una medida que **se asocia con su precisión**, por ello, este valor lo tomamos como **el error de cada medida individual**. Por ejemplo, en la balanza de la figura 11.10 leemos en la escala un valor de masa de:

$$m_{\text{cambures}} = (0,96 \pm 0,02) \text{ kg}$$

(Observa que tomamos el valor de la división que está más cerca de la aguja indicadora).

Otra persona con buena visión podría decir que es capaz de **estimar un valor menor que la apreciación**, en este caso **divide imaginariamente la menor división** en dos partes y **estima** 0,01 kg; expresando la medida como:

$$m_{\text{cambures}} = (0,97 \pm 0,01) \text{ kg}$$

Notarás que esta segunda medida es más precisa que la anterior, por eso el resultado de una medida también depende de la experiencia y condiciones de quien mide.



Figura 11.10. Medición de la masa de unos cambures, con una balanza que tiene una apreciación de 0,02 kg, y un rango de medida entre 0 kg y 2 kg.



Estudio antropométrico

Estos estudios realizan medidas en el cuerpo de las personas, como peso, altura, diámetro del brazo, otros. Seleccionen las magnitudes a evaluar, decidan todo lo necesario para realizar estas medidas en todos los estudiantes de su salón. Organicen los datos en tablas. Comparen con la tabla de peso y talla elaborada por Fundacredesa de un estudio con la población venezolana.

(<http://www.fundacredesa.gob.ve/zonadescarga.php>)

¿Los valores antropométricos de tu salón están dentro de lo normal?



1. Aplicando lo leído

A. En las figuras que siguen tienes fotos de instrumentos diversos, determina en cada uno sus características: apreciación, rango de medidas, procedimiento de uso.



Reloj de pulsera



Taza de medida con leche.



Midiendo el ancho del cuadro con una regla.



B. Observa las fotos anteriores y escribe en tu cuaderno para cada caso: la magnitud que se mide, la medida que indica el instrumento, exprésala con su error y unidad patrón. Compara los resultados con tus compañeras y compañeros. ¿Puedes hacer alguna estimación menor que la apreciación del instrumento en algún caso? Analiza cuales son las fuentes de error en cada medición.

C. Solicita la ayuda de tu educador o educadora para que caracterices el instrumento de la siguiente foto (calibrador o vernier). Mide el ancho de la fruta. Puedes utilizar la simulación de la página Web dada para que aprendas a usar este instrumento:
www.phy.ntnu.edu.tw/oldjava/ruler/vernier_s.htm

2. Integrandlo aprendido

Un centro de salud tiene una puerta de entrada de 1,5 m de ancho por 2,1 m de alto. La cantidad de personas que entran y salen ha aumentado, lo que produce mucha aglomeración. Hay que modificar el acceso. El coordinador del centro fue al liceo de la zona a pedir una solución.

Imagina que en tu salón tienen esa responsabilidad. Consideren el contenido de esta lectura sobre el proceso de la investigación tecnológica y las mediciones, para que realicen un proyecto que resuelva este problema.

Relevancia de la medición en la producción y servicios

La medición está presente en muchos momentos de nuestra vida cotidiana. Algunos de los servicios que recibimos para nuestro buen vivir son medidos, veamos:

Electricidad, mide la energía eléctrica suministrada por hora en kW/h.

Agua, mide el volumen de agua consumida en m^3 .

Teléfono, mide el tiempo de las comunicaciones en s o min.

Gas natural (directo), mide el volumen de gas consumido en m^3 .

La mayoría de estos servicios tiene su "medidor" en cada centro de consumo, es importante que estén bien calibrados, por eso tenemos que revisarlos periódicamente.

Para la salud, la medición también es importante. Todos los equipos empleados por los bioanalistas para los análisis químicos de sangre, orina y heces, deben estar en perfectas condiciones. Un equipo mal calibrado indicará valores con poca exactitud, lo cual puede tener graves consecuencias para el usuario. Igualmente sucede con la mayoría de los equipos utilizados en el diagnóstico y tratamiento de diversas enfermedades.

También, mediciones mal hechas en la preparación de las mezclas de construcción, en las cabillas de la estructura, otros, pueden ser un riesgo. ¿Te imaginas lo que podría suceder?

Te das cuenta que aprender a medir y realizar mediciones con la mayor precisión y exactitud posible es muy importante. El diseño y la construcción de los equipos de medición son, por lo general, el resultado de investigaciones científicas y tecnológicas.

Para saber más...

La sonda Mars Climate se estrelló en Marte, en 1999. La causa encontrada fue que quienes la construyeron elaboraron un software para la sonda que calculaba con unidades de medida del sistema inglés. Como los datos recibidos desde la NASA estaban en el Sistema Internacional, se generaron errores en la navegación. Para evitar problemas serios como este, la mayoría de los países, incluyendo Venezuela, han adoptado oficialmente el uso del SI.



Los productos tecnológicos y nuestras necesidades

Les proponemos hacer un análisis crítico acerca de los productos tecnológicos que tienen en su entorno cercano: escuela, hogar y comunidad. Respecto de cada uno consideren: la función que cumplen, la necesidad humana que satisfacen, tiempo de uso que le dan, consecuencias positivas y negativas de su ausencia, entre otros. A partir del análisis anterior, organicen un conversatorio con la comunidad, acerca de estas cuestiones y otras: ¿toda la tecnología que tenemos en nuestro entorno es realmente necesaria? ¿Hacemos un uso eficiente y responsable de la tecnología? Pensando en su comunidad y el país, ¿en que áreas sería importante desarrollar nuestras propias tecnologías? ¿Cómo impactan los desechos tecnológicos al ambiente?



José Vicente Scorza Benítez: un científico comprometido con la salud de la población pobre

Cuando muere el dictador Juan Vicente Gómez, en 1935, la explotación petrolera nacional rendía buenos ingresos al país, pero las enormes concesiones que tenían las empresas extranjeras les permitían llevarse la mayor parte. Lamentablemente, esa bonanza económica era contradictoria con la situación social y sanitaria que vivía la mayoría de la población.

Para entonces, Venezuela contaba aproximadamente con tres millones y medio de habitantes, más del 70% eran analfabetas; cerca del 70% vivía en asentamientos rurales; más o menos la mitad vivía en ranchos. Las políticas de salud pública no eran suficientes para atender o prevenir los numerosos casos de tuberculosis, fiebre tifoidea, malaria, anquilostomiasis, leishmaniasis y sífilis que se presentaban en el territorio nacional. La precariedad de las condiciones de vida de la mayoría impedía una adecuada salud sanitaria. ¡Era un panorama social verdaderamente desolador!

Esta es la descripción que recuerda José Vicente Scorza Benítez, quien se destacó en la investigación de algunos parásitos, sobre todo los que causan enfermedades tropicales, así como de los animales que sirven de vectores o transmisores de estas.

Scorza nació en Caracas, en 1924. Residía en un vecindario que no contaba con luz, cloacas ni agua por tuberías. Estas condiciones sociales y la ocupación de su padre como inspector sanitario, a quien acompañaba en trabajos de campo, le despertaron curiosidad por observar la naturaleza para buscar soluciones a los problemas de su entorno. Nació en él, el germen del científico comprometido con las necesidades de la comunidad.

Desde joven tuvo oportunidad de leer documentos sobre la malaria y su prevención, así como de observar, a través del microscopio, insectos, aguas de charco, larvas, huevos de parásitos maláricos, glóbulos rojos de la sangre y otros elementos del micromundo. De esta manera, se iniciaba en la microbiología, ¡sin saberlo!

José Vicente se graduó de maestro en la Escuela Normal, en 1941. Siendo estudiante, trabajó en una escuela nocturna en donde enseñó a un grupo de obreros que estudiaban quinto y sexto grado. En 1945 se graduó como profesor de Biología y Química en el Instituto Pedagógico Nacional hoy, Instituto Pedagógico de Caracas.



José Vicente Scorza Benítez, científico venezolano

Trabajó en el liceo Rafael María Baralt, en Maracaibo, y en el Fermín Toro de Caracas. En este, encendía la pasión científica de sus estudiantes promoviendo la investigación en un impresionante laboratorio que lograron equipar con recursos obtenidos mediante actividades artísticas, en donde un amigo de la Universidad Central de Venezuela (UCV) llevaba a sus estudiantes a hacer prácticas experimentales. Scorza llegó a expresar: "En el laboratorio podíamos entender la unión de la ciencia y la creatividad como una guía natural para el logro de un aprendizaje transformador". Esa apasionada dedicación influyó en la formación de algunas y algunos jóvenes que siguieron los pasos de la ciencia, entre ellos, el parasitólogo Witremundo Torrealba, hijo del insigne José Francisco Torrealba, con quien profundizó conocimientos sobre enfermedades tropicales transmitidas por parásitos, como la enfermedad de Chagas.

Su inconformidad con la situación del país, bajo la dictadura de Marcos Pérez Jiménez, lo lleva a incursionar activamente en la política, de manera clandestina, por lo que es despedido del Ministerio de Educación, y perseguido.

Para 1954 lo contratan como asistente de Investigación en la UCV y, por la calidad de su trabajo, fue llamado a conformar el equipo que creó la Facultad de Ciencias de esa casa de estudios en 1958; luego, fue director de la Escuela de Biología y, más tarde, decano de la misma facultad.

Para 1962 investiga y enseña en un prestigioso instituto alemán sobre la bilharziosis, enfermedad parasitaria propia de los climas tropicales, transmitida por algunos caracoles. Para 1963, se desempeña como profesor de Parasitología en la UCV y por mucho tiempo asesoró a diversas generaciones de investigadoras e investigadores.

El panorama de insalubridad que se mantuvo en Venezuela, aún después de la caída de Pérez Jiménez, así como su desacuerdo con las políticas impuestas por los gobiernos siguientes, afianzaron sus ideales de científico revolucionario y luchador contra las injusticias sociales.

Por su militancia contra el gobierno de Raúl Leoni, en 1965, es recluido como preso político en la cárcel "Modelo" en Caracas. Allí organiza una escuela primaria para enseñar a sus compañeros analfabetas y convierte en laboratorio un área del recinto. Durante dos años de prisión investigó sobre los hábitos nocturnos de los mosquitos, trabajo que fue publicado más tarde por la UCV.

Al salir de la cárcel, en 1967, parte para Inglaterra donde se une a un prestigioso grupo de investigadores de medicina e higiene tropical. Allí realiza sus estudios doctorales sobre malaria en reptiles para lo cual construye un bioterio, lugar habitado por lagartos y mosquitos con fines de investigación. Culmina su doctorado en Parasitología en el año 1970.

De nuevo en Venezuela, Scorza Benítez ocupa numerosos cargos en la Universidad de Los Andes (ULA), tanto en Mérida como en Trujillo; también asesora a los gobiernos de Nicaragua, Cuba y Colombia, entre otros, en materia de salud pública. Su visión siempre fue la de la Patria Grande.

En su fructífera vida académica ha publicado más de 200 investigaciones, todas, para resolver problemas de salud de los sectores populares.

Otros aportes científicos generados por el doctor Scorza, con el apoyo de investigadoras e investigadores, son: la incompatibilidad de algunas medicinas aplicadas contra la neumonía infantil; el aislamiento de una sustancia activa que mata al caracol que sirve de vector al parásito de la bilharzia; la descripción de varios tipos de anófeles, vectores de la malaria, para combatirlos con mayor eficacia; la creación de un método rápido para diagnosticar el mal de Chagas en su fase crónica, entre otros.



Scorza en su contacto con las comunidades para estudiar la leishmaniasis en una población del estado Mérida.

Scorza ha promovido la creación de diversas maestrías, grupos e institutos de investigación y sus aportes han sido fundamentales para el avance de la ciencia farmacéutica.

Un instituto muy importante, por su investigación contra la leishmaniasis, es el Centro Trujillano de Investigaciones Parasitológicas "José Witremundo Torrealba" ubicado en el Núcleo Universitario "Rafael Rangel" de la ULA, en el estado Trujillo.

En este instituto, desde la década de los 90, su hijo, José Vicente Scorza Dagert, ha coordinado la investigación entre diversos centros y profesionales para producir un fármaco llamado Ulamina. Este se usa para curar la leishmaniasis cutánea, enfermedad que afecta la piel, las mucosas de la nariz y la garganta, y puede causar daños en el hígado, bazo y médula ósea, en la forma visceral, llegando a ser mortal.

Hasta ese momento, esta medicina era importada; su elaboración en el país significa una gran contribución sanitaria puesto que su destino es ser distribuida en forma gratuita en los centros de salud pública donde se requiera. De igual manera, estaría al alcance de la población enferma de países hermanos que tienen serios problemas de leishmaniasis, como Brasil, Perú y Bolivia. Esta creación constituye un aporte importante para el desarrollo tecnológico nacional, en búsqueda de la independencia en el área farmacéutica. El proyecto está siendo financiado por el Gobierno Nacional, a través de la Misión Ciencia.

José Vicente Scorza Benítez es miembro de la Sociedad Venezolana de Microbiología y ha recibido numerosos reconocimientos, nacionales e internacionales, entre ellos el Premio Nacional de Ciencias, mención Biología, en 1982.

"El conocimiento debe aplicarse donde se necesite, y eso es en las comunidades pobres", es el ideal de la ciencia comprometida con la sociedad; es el ideal de Scorza.

Para información adicional, puedes consultar las siguientes direcciones:
<http://videocienciavenezuela.blogspot.com> <http://www.saber.ula.ve/iconos/index.html>
<http://www.iasp.edu.ve/index.php/componet/jdownloads/viewcategory/3-libros-y-publicaciones>

Ciencia y tecnología criolla para un mejor vivir de las personas con diversidad funcional motora

Desafortunadamente, un accidente automovilístico puede ocasionar la pérdida de alguno o de ambos miembros de las extremidades inferiores. Algunas enfermedades también generan esta situación. Más aún, se dan casos de personas que nacen con esa carencia, como producto de alguna malformación ósea congénita.

Por lo general, esta diversidad funcional afecta sensiblemente el desenvolvimiento de la vida de quienes la sufren. En estos casos, tanto la ciencia como la tecnología, pero sobre todo, el sentido de la solidaridad humana, juegan un papel fundamental.

Hoy en día, el desarrollo de la biomecánica ha permitido la construcción de extremidades artificiales o prótesis, como te presentamos en la lectura 11; sin embargo, estos sustitutos no siempre están al alcance de todas las personas que sufren tal discapacidad debido a que su manufactura requiere de un alto desarrollo tecnológico ofrecido sólo por empresas transnacionales de la salud que los hacen sumamente costosos.



Ricardo Urrutia y Manuel Estévez.

Imagen tomada de: <http://comunidadesvirtuales.net/calorpueblo/?p=2877>

Actualmente, en nuestro país se está promoviendo la investigación científica y tecnológica en esta área, a través de diversas políticas, con el propósito de eliminar la dependencia generada por el consumo de productos industrializados que compramos en el extranjero; así podríamos cubrir las necesidades de nuestro pueblo y de los pueblos hermanos de América Latina y el Caribe en materia de salud.

Es aquí donde encontramos el inmenso valor de los aportes de nuestras tecnólogas y tecnólogos populares, como es el caso de los jóvenes Ricardo Urrutia y Manuel Estévez, estudiantes de Ingeniería Mecánica de la Universidad del Zulia (LUZ).

Ante la problemática diagnosticada, estos noveles investigadores formularon un proyecto tecnológico con el fin de diseñar un prototipo de prótesis articulada para la extremidad inferior por encima de la rodilla. Este trabajo los hizo acreedores del Premio Nacional a la Inventiva Tecnológica Popular "Luis Zambrano", en el año 2010.

Para diseñar el prototipo, los jóvenes hicieron un estudio de campo sobre necesidades en el país; integraron conocimientos de Ingeniería, Biología, Anatomía, Biomecánica, Fisiatría y Ortopedia, entre otras áreas. De igual manera, consultaron a diferentes especialistas, centros de investigación nacionales que tienen estudios relacionados, empresas productoras, importadoras y distribuidoras de países latinoamericanos y del resto del mundo. También analizaron el funcionamiento de varias prótesis, precios, materiales y muchos otros elementos asociados a su proyecto tecnológico.

Con los conocimientos e información recabados, crearon un maravilloso artefacto mecánico con la finalidad de resolver el problema social que se habían planteado inicialmente. Su innovación destaca la importancia del trabajo interdisciplinario y colectivo y deja en evidencia que en equipo, se puede hacer mejor.

El modelo de Urrutia y Estévez sustituye las funciones de los huesos, músculos y demás elementos del segmento de la pierna ausente. Permite la locomoción natural, mantenerse de pie, subir y bajar escaleras, sentarse y levantarse. Puede adaptarse a personas adolescentes y adultas que pesen menos de 100 kg.

La prótesis está hecha con materiales que se producen en el país como aluminio, acero, bronce y una resina especial para el encaje en el muslo. Su costo se calculó en unos 4.500 bolívars para el momento, cuando se logre industrializar la manufactura de esta tecnología criolla, su acceso podría estar al alcance de todas las personas que la necesiten ya que las importadas para Julio 2012, tenían un costo entre 30.000 y 200.000 bolívars en el mercado actual.

Los inventores aseguran que sus próximas prótesis serán mejores porque tomarán en cuenta la evaluación de este primer desarrollo. Este ejemplo nos anima a pensar que Venezuela, con su juventud, ¡se enrumba hacia la soberanía científica y tecnológica!



La prótesis fue probada por un ingeniero mecánico egresado de LUZ, quien perdió una de sus piernas.

A propósito este tipo de prótesis, se han desarrollado otros diseños con fibra de carbón y formas diferentes que le han permitido a los usuarios no sólo caminar, sino también correr. Por ejemplo, hay atletas que han participado con éxito en pruebas de 100 m, 200 m y 400 m planas realizadas tanto en competencias paraolímpicas como olímpicas.

Como ves, los saberes de la ciencia y la tecnología unidos a la creatividad humana, y aplicados en beneficio de la humanidad, entre otras, le ha permitido a muchas personas con diversidad funcional motora, superar adversidades en la vida, logrando incorporarse al estudio, al trabajo, e incluso, en actividades deportivas de alta competencia.



Aime Mullins sufrió la amputación de sus piernas, el desarrollo científico-tecnológico mostrado le permitió dos años después dedicarse al atletismo, al modelaje y a la actuación.

La diversidad funcional que puedas tener no debe limitarte, desarrolla tus potencialidades y habilidades con perseverancia y verás que en gran medida lograrás superarla.

Bien común y desarrollo sustentable para el buen vivir

Todas y todos queremos vivir bien. Todas y todos merecemos vivir bien. En esencia, nuestra Constitución garantiza el desarrollo integral de las venezolanas y venezolanos.

Pero esta querencia y este derecho no pueden ser sólo para las generaciones presentes; también debe serlo para las generaciones futuras. Cómo lograrlo pareciera ser una buena razón para reflexionar.

Podemos comenzar por analizar algunas ideas relacionadas con el vivir bien, como por ejemplo, calidad de vida. ¿Has pensado qué significado tiene?

Algunas personas piensan que la calidad de vida está asociada con la posesión de bienes materiales, con prestigio o privilegios para satisfacer necesidades personales; con una visión netamente individualista, de ventajas de un grupo social sobre otro. Y es así, porque el modelo económico y social de producción que ha imperado, lo ha definido de esa manera. Hasta se ha llegado a la perversión de valorar a la persona por lo tanto que tenga: si tiene mucho, vale mucho; si tiene poco, vale poco.

Ciertamente necesitamos los medios suficientes para satisfacer nuestras necesidades; pero esto no puede estar sujeto sólo al aspecto material-individual.

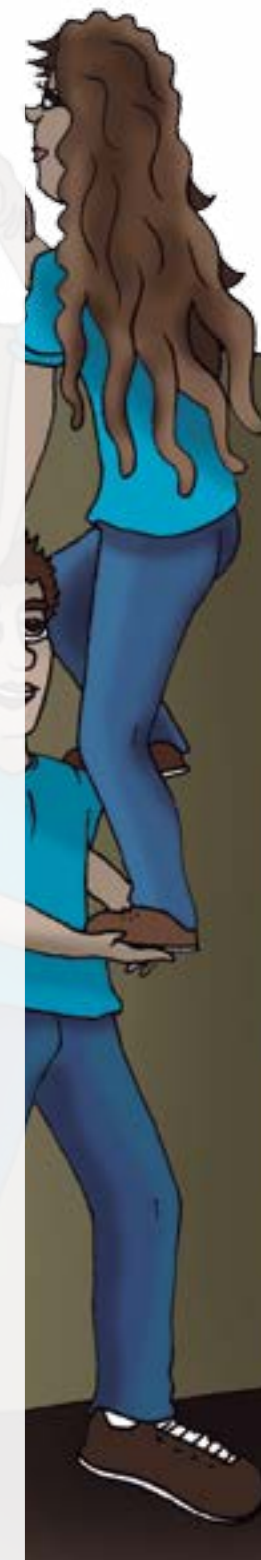
Desde el punto de vista humanista de la salud integral, la calidad de vida implica atender armónica y equitativamente las necesidades materiales, espirituales, biológicas, psicológicas, sociales, ambientales de los seres humanos. Involucra también ver las necesidades de la familia, del prójimo, de las vecinas y vecinos, de los pueblos hermanos. Implica el beneficio de todas y todos... de la humanidad.

Para lograr una calidad de vida con estas características, es necesaria construirla con la participación y cooperación de las y los demás. Esto conlleva el respeto a la justicia, a la seguridad, a la defensa del interés general y a la protección de las personas y de sus derechos. Visto así, la calidad, la calidad de vida se convierte en un bien común.

Pero, para que este bien común sea verdaderamente humanista, no podemos comprometer el futuro de la biodiversidad existente en el planeta. Para ello, desde nuestras acciones cotidianas como personas, y desde las medidas que tomemos como sociedad, debemos ser responsables del respeto a la naturaleza, de la preservación de los recursos naturales y del equilibrio ecológico.

Por lo tanto, debe ser acompañada por un desarrollo sustentable que permita la satisfacción de las necesidades, el máximo bienestar social y el desarrollo integral de las generaciones actuales, sin comprometer esta igualdad de condiciones para las generaciones futuras.

Si logramos armonizar una calidad de vida, con un desarrollo sustentable, bajo la visión descrita, podemos aspirar a un modo de buen vivir que se convierta en ideal del ser humano integral que todas y todos somos.



Bombillos ahorradores

Los bombillos incandescentes están contruidos con un filamento hecho de tungsteno, como puedes ver en la figura. Al prenderlos, la corriente eléctrica que pasa por el filamento hace que se caliente hasta emitir radiación. Se estima que de la energía eléctrica que usan, el 85% se transforma en térmica, lo que calienta el entorno; y sólo el 15% es aprovechado para la iluminación, por eso estos bombillos son poco eficientes, es decir, necesitan mucha energía para iluminar; pero además, contribuyen a calentar el ambiente.



Por otra parte, los bombillos ahorradores son fluorescentes, están contruidos con una burbuja de vidrio, en cuyo interior hay un gas, vapor de mercurio, que contiene entre 5 mg y 8 mg de este elemento químico (Hg); las paredes internas del vidrio están pintadas con una sustancia que es fluorescente.

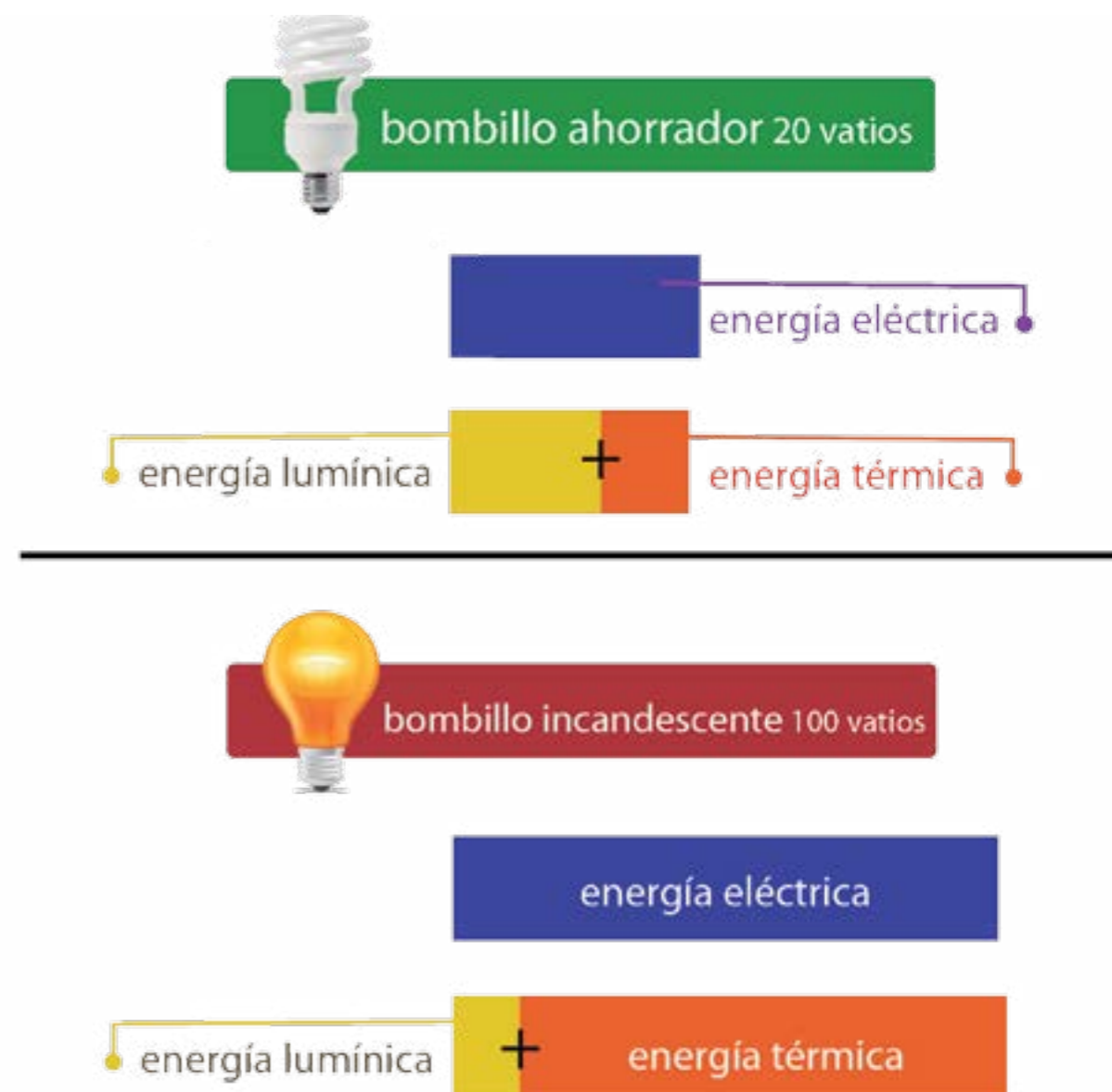
¿Cómo se produce la luz en estos bombillos?

Al prender el bombillo se produce en su interior una descarga de electrones, cargas negativas. Éstas provocan que las moléculas del gas pierdan electrones. Así, las moléculas quedan cargadas eléctricamente, se dice que el gas está ionizado. Circula entonces una corriente eléctrica a través del gas.

En este proceso de ionización se emite una energía, radiación ultravioleta (UV), que no es visible para los seres humanos. Esta energía (luz UV) incide sobre la sustancia de las paredes internas del vidrio, sus átomos se excitan y luego emiten energía en forma de luz blanca, la cual utilizamos para iluminar. En este fenómeno se produce poco calentamiento ambiental. Se estima que de la energía eléctrica que utilizan, la mayor cantidad es aprovechada para la iluminación.

Por cada vatio de potencia, la cantidad de luz que nos proporcionan los bombillos fluorescentes (conocidos como ahorradores) es mucho mayor que la generada en los incandescentes. Aproximadamente, un bombillo incandescente de 100 W produce la misma cantidad de luz que un bombillo ahorrador de 20 W, es decir, que con la quinta parte de la energía por segundo, obtenemos igual cantidad de luz. Se estima que con estos bombillos podemos ahorrar hasta un 80% de energía, según el tipo de bombillo.

En el siguiente diagrama te ilustramos la situación de los dos, descrita en el párrafo anterior.

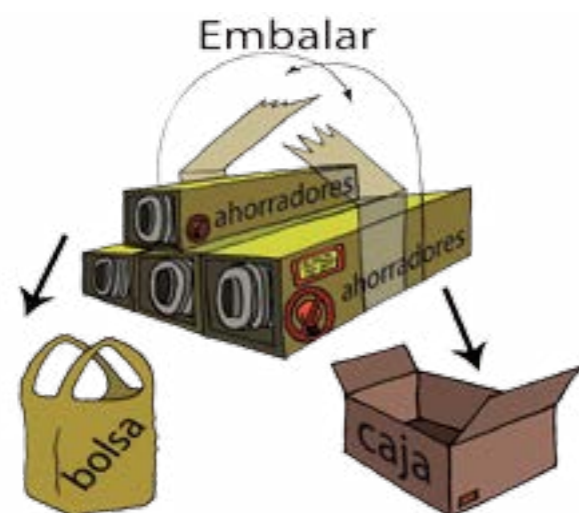
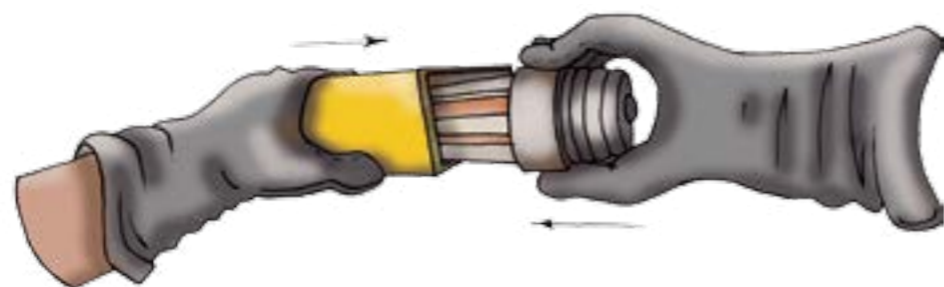


¿Cuánta energía se ahorra el país con todos los bombillos sustituidos? Otra ventaja es que los ahorradores, por lo general, duran de 8 a 10 veces más que los incandescentes. En conclusión, los bombillos ahorradores son mejores. Pero no todo es bueno.

El vapor de mercurio es una sustancia tóxica para nuestro organismo y el ambiente. Como se trata de un gas, se inhala fácilmente al respirar. También se diluye en el agua o penetra en la tierra. Velar por la salud integral, proteger el ambiente y crear las condiciones para un desarrollo sustentable, es responsabilidad de todas y todos.

¿Qué podemos hacer con los bombillos ahorradores para evitar daños? Tenemos que manipularlos con cuidado para que no se rompan y saber cómo deshacernos de ellos cuando ya no funcionen. A continuación, tienes algunas normas, entre las cuales están las publicadas por la Corporación Eléctrica de Venezuela (Corpoelec):

1. Instala el bombillo ahorrador, manipulándolo por su base (el sócate), para evitar que se quiebre. Guarda su caja.
2. Retira el bombillo ahorrador "quemado", manipulándolo por su base, para evitar que se quiebre. Es conveniente usar guantes.
3. Guárdalo en su caja. Si no la tienes, envuélvelo con papel o cartón, para evitar que se rompa.
4. Almacénalos en un lugar con cuidado, sin amontonarlos unos con otros pues se romperían.
5. Llévalos embalados a las oficinas de Corpoelec, a algunos de los puntos establecidos por la Misión Revolución Energética para tal fin, o a los lugares establecidos por la alcaldía de tu comunidad.
6. No los botes a la basura doméstica, seguro que se romperán contaminando el ambiente y perjudicando la salud de los trabajadores del aseo.

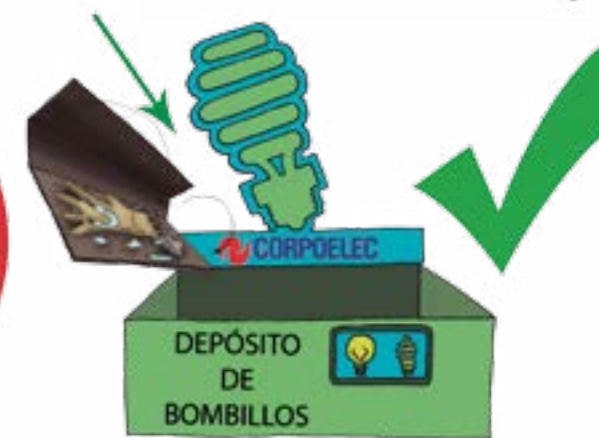


Ahora bien, ¿qué debemos que hacer si se rompe un bombillo ahorrador? En este caso:

1. Dejamos que se airee el ambiente un rato. Nos colocamos una máscara en la boca y nariz para evitar inhalar el gas, mientras recogemos los restos. La cantidad de mercurio de un bombillo es pequeña y no es peligrosa, pero si no tenemos cuidado, podemos acumular cantidades mayores que sí podrían dañar nuestro organismo a largo plazo.



2. Con unos guantes y un trapo húmedo recogemos los trozos del bombillo y los colocamos en una caja de cartón o bien envueltos en papel, incluyendo el trapo y los guantes. Almacénalo con los otros bombillos ahorradores usados, para su traslado a los lugares de recolección.



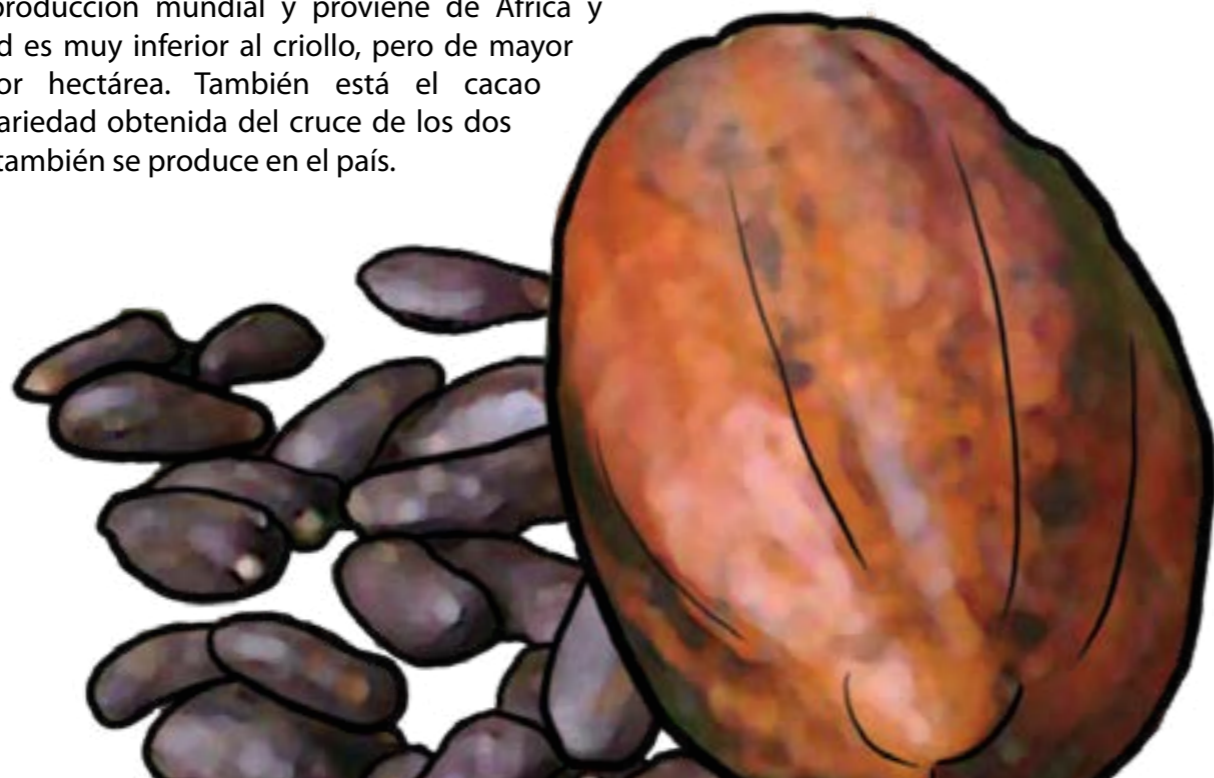
Cacao criollo, alimento de dioses

Hablar de cacao en Venezuela es hablar de su historia y de parte de nuestra cultura. En la época de la colonia, la venta de las almendras cobró gran auge, llegando a constituir el 78 % de las exportaciones del país, lo que nos llevó a ser uno de los mayores exportadores de almendras de cacao en el mundo allá por el siglo XVII. A principios del siglo XX, su importancia económica mermó por el surgimiento del petróleo, pasando a ser un producto secundario y casi olvidado.

En la actualidad, Venezuela está atravesando por un proceso de transición en cuanto a los modelos de desarrollo que se están aplicando, dándosele mucha importancia a la sustentabilidad. Nuestra Ley Orgánica del Ambiente (2006) define la sustentabilidad como un proceso de cambio continuo y equitativo para lograr el máximo bienestar social, mediante el cual se procura el desarrollo integral, con fundamento en medidas apropiadas para la conservación de los recursos naturales y el equilibrio ecológico, satisfaciendo las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer a las generaciones futuras.

Estas nuevas prácticas socioproductivas en el país, al parecer, están logrando recuperar los cultivos de cacao y aumentar la producción. Pasamos de una producción anual promedio de 12.000 t/año (1991-2001) a 17.000 t/año (2002-2012), con tendencia al alza. Estos datos están disponibles en la Cámara Venezolana del Cacao, CAPEC (www.capecve.org). Fuente: Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras (MPPAT).

El cacao (*Theobroma cacao*, que significa "comida de los dioses") originario de Venezuela procede del árbol de tipo criollo, tiene unas excelentes cualidades aromáticas, reconocidas en el mundo. Sin embargo, es muy sensible a plagas y enfermedades, siendo su rendimiento por hectárea cultivada inferior al de otros tipos. El cacao conocido como forastero constituye el 95% de la producción mundial y proviene de África y Brasil. Su calidad es muy inferior al criollo, pero de mayor rendimiento por hectárea. También está el cacao trinitario, una variedad obtenida del cruce de los dos anteriores, que también se produce en el país.



Los grandes productores de almendras de cacao, como varios países de África, no las procesan y mucho menos las consumen, sólo las exportan a través de intermediarios, con lo cual los grandes beneficios que se generan se quedan en los países que elaboran el chocolate. Debido a esto, el esfuerzo del Estado venezolano no sólo está dirigido al rescate de las plantaciones, sino a la producción de los derivados del cacao. Uno de los programas es la "Ruta del chocolate".

Cada día se comercializan más derivados del cacao proveniente de las propias haciendas artesanales y semiartesanales. ¿Los has visto en los mercados? Estos productores están mejorando sus procesos agrícolas y aprendiendo a procesar su cacao con calidad. Además, se ha iniciado una fase de revalorización social del trabajo en las haciendas de cacao, que hoy son parte de rutas turísticas y de promoción del acervo intercultural.

El chocolate, además de tener una agradable textura y sabor, en particular el oscuro, tiene un alto valor energético nutricional, porque contiene minerales y antioxidantes que al parecer ayudan al control del colesterol.

Cerca del 80% del cacao que se produce en el país viene de los estados Miranda y Sucre. Una de las variedades de cacao criollo producida en el país, es el Chuao. Su cosecha proviene de una comunidad productora que lleva el mismo nombre. En ella se practica un modelo agroecológico por lo que no atenta contra el ambiente, con un método de trabajo en "cayapa" que permite satisfacer las necesidades sociales y ambientales.

¿Dónde la encontramos?

La asociación de Chuao se ubica en la bahía de Chuao, en el estado Aragua, en un área especialmente permitida del Parque Nacional Henri Pittier, en un valle intermontano de la Cordillera Central de la Costa.

Todo el proceso de producción es absolutamente sustentable, y garantiza la vida de los recursos: suelo, agua y diversidad biológica. Por tratarse de suelos pobres, se les abona con unos 400 kg de compost orgánico cada año, lo que equivale a unos 2,5 kg por planta por año. El compost es elaborado completamente con los residuos orgánicos de todo el proceso de producción de la propia hacienda. ¡Eso significa que no usan agroquímicos! Emplean prácticas biológicas para el control de plagas. ¿Imaginas lo saludable que resulta consumir alimentos libres de sustancias como químicos y pesticidas?



¿Cómo es el cultivo artesanal?

La forma de cultivar el cacao ha tenido muy pocos cambios desde su origen. El proceso agroecológico implica actividades importantes como:



1. La siembra: se colocan tres semillas por hoyo, con una separación de 3 m; al crecer se deja el arbolito más robusto.

2. La sombra: para darle sombra temporal, se usan plantas de cambur, plátano, maíz o yuca y como sombra permanente, árboles como: bucare, guamo, caucho o samán.

3. El riego: se hace por inundación o por derivación de ríos a través de acequias, mientras que el drenaje se hace por escurrimiento.

4. Desyerbo, deschuponado y destiñado: se practica para eliminar las malezas, las ramas nuevas o hijos y quitar las enfermas (con motas blancas tiña) para mantener los árboles en óptimas condiciones.

5. Renuevo: para eliminar las plantas muertas, enfermas o muy viejas y poco productivas.

El procesamiento del cacao incluye: cosecha, desbabado y fermentación de los granos en cajas de madera, secado de los granos en playas de secado, clasificación de las semillas, embalaje y comercio o la elaboración de derivados (polvo de cacao, manteca de cacao, chocolate...).

Cabe destacar que la baba del cacao, que se desprende de las semillas durante la fermentación, también se aprovecha como control biológico de plagas. Se coloca en trampas especiales en los árboles y luego, cuando están llenas de insectos muertos, se entierran a poca profundidad al pie de los arbolitos de cacao como fuente de nitrógeno.

Este proceso, completamente natural y artesanal, le ha merecido una denominación de origen al cacao de Chuao en honor a su forma de producción orgánica. El cultivo de cacao contribuye al desarrollo local y al rescate de la cultura que gira en torno a este fruto tan particular, así como a enaltecer nuestra identidad nacional.

a) Semillas de cacao



b) Semillas de cacao deshidratado



c) Barras de chocolate

Huellas históricas sobre el metabolismo de los carbohidratos

La diabetes es conocida por la humanidad desde tiempos antiguos. En un papiro descubierto en Egipto, que se estima tiene más de tres mil quinientos años, ya se describían algunos síntomas que parecen corresponderle. El médico griego Areteo de Capadocia fue quien, en el siglo I de nuestra era, le dio el nombre de diabetes a esta afección que en griego significa "correr a través", refiriéndose a su signo más llamativo que es la eliminación exagerada de agua por los riñones: el agua entra y sale del organismo de la persona diabética sin fijarse en él.



En el siglo II, Galeno, médico griego precursor de la observación científica de algunos fenómenos fisiológicos, también se refirió a la diabetes. Vuelve a aparecer con mucha precisión en los escritos del gran médico persa Avicena, nueve siglos después.

A partir del siglo XVII se fueron dando nuevos avances en su descripción y en la búsqueda de sus causas. Cambios estrictos en la dieta, con restricción de azúcares y almidones, lograban cierta mejoría en las y los pacientes durante un tiempo pero, en la mayoría de los casos, la dolencia llevaba a la muerte en pocos años.

Ya en la segunda mitad del siglo XIX, las investigaciones mostraron el papel del páncreas; pero no fue sino hasta 1921 cuando el médico Frederick Banting y el estudiante de posgrado Charles Best, de la Universidad de Toronto en Canadá, aislaron la sustancia segregada por el páncreas sano, la cual controlaba el nivel de glucosa en la sangre y, por tanto, la enfermedad. Esta sustancia es la hormona insulina.

Se convierte en un logro médico extraordinario: inyectar insulina regresaba a la vida normal a pacientes hasta entonces condenados. Fue también un aporte clave en el estudio del metabolismo de los glúcidos en el organismo. Hoy se sigue investigando la cura de la diabetes, en sus distintos tipos.

Pero el páncreas no es el único órgano involucrado en esta enfermedad. El científico argentino Bernardo Houssay (1887-1971), de extensa obra, fue reconocido con el Premio Nobel en 1947 por sus investigaciones sobre el papel de la hipófisis en el metabolismo de los carbohidratos y en la diabetes. Sus estudios son excelente evidencia de cómo cada glándula endocrina no trabaja sola, sino que existen complejos mecanismos de control, por retroalimentación entre ellas, siendo la hipófisis una gran coordinadora de las demás.



Best y Banting con uno de los perros usados en sus experimentos, vuelto a la normalidad por inyección de insulina. Lamentablemente, debieron provocar la enfermedad en los animales para estudiar su tratamiento.

Es importante conocer estos antecedentes porque nos permiten valorar las investigaciones pasadas que hoy en día contribuyen a aliviar el sufrimiento de la humanidad. La diabetes es incurable, pero controlable.

Esta enfermedad es llamada diabetes mellitus y consiste en un desorden del metabolismo o proceso que transforma los alimentos que ingerimos en energía; que se caracteriza por una alta concentración de glucosa en la sangre (hiperglucemia). Esta concentración se debe a la ausencia o insuficiencia de insulina en el cuerpo o porque el organismo hace un uso ineficaz de la que dispone. El primer caso corresponde a la diabetes tipo 1, y el segundo, a la diabetes tipo 2.

Las consecuencias de la diabetes son las que pueden causar serias discapacidades, hasta la muerte. Entre ellas: alteraciones cardiovasculares que terminan en infartos o Accidentes Cerebro-Vasculares (ACV); fallas renales que ameritan diálisis; afección de la retina que causa ceguera o problemas de microcirculación en las extremidades inferiores derivando en amputaciones. En la persona diabética, el riesgo de muerte es al menos dos veces mayor que en las personas sin diabetes.

En nuestro país, desde el año 2006, esta enfermedad es la sexta causa de muerte. Pero lo más alarmante es que, hasta hace poco, la diabetes tipo 2 afectaba casi exclusivamente a las personas adultas pero, actualmente se estima que casi el 14% de los niños, niñas y adolescentes venezolanos, menores de 15 años, tienen sobrepeso u obesidad que son factores desencadenantes de la diabetes adquirida. La falta de actividad física, el consumo excesivo de azúcares en bebidas gaseosas, chucherías y comida "chatarra" son factores que están ocasionando su aparición en estas edades. La publicidad tiene gran influencia en estos hábitos.

La mejor manera de prevenir o de controlar la enfermedad es consumir una dieta adecuada con agua, cereales, frutas, pollo, pescado y aceites sin calentar. De igual manera, realizar actividad física regularmente, así como eliminar o evitar el hábito tabáquico y alcohólico, ya que son desencadenantes.

Obtener información y aprender a disfrutar un estilo de vida saludable es la mejor receta para prevenir la enfermedad o aminorar sus efectos.

Houssay en su laboratorio.



Fuentes consultadas

- Anguita, F. (2011). *Biografía de la Tierra: historia de un planeta singular* [Libro en línea]. Madrid: Editorial Aguilar. [Versión actualizada y corregida por el autor]. Disponible: <http://eprints.ucm.es/13263/> [Consulta: 2012, enero 7].
- Azuaje, J. (edt). (2011). Serie Ciencias Naturales. Colección Bicentenario. Educación Primaria. Caracas: MPPE.
- Azuaje, J. y Andrés, M. M. (edts) (2012). Serie Ciencias Naturales. Colección Bicentenario. Educación Media. Primer Año. Caracas: MPPE.
- Begon, M., Harper, J.L. y Townsed, C. R. (1988). *Ecología. Individuos, poblaciones y comunidades*. Barcelona: Ediciones Omega, S.A.
- Callalli Palomino, L. (2008). Tejido Muscular. Cap. 6. En: VV. AA. *Texto de Histología*. (pp. 156-202). 2a. ed. Lima: Facultad de Medicina, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Disponible: http://medicina.unmsm.edu.pe/publicaciones_online/LIBRO%20HISTOLOGIA/Cap%206_T%20C3%89JIDO%20MUSCULAR%20FINAL.pdf [Consulta: 2012, enero].
- Camacaro, D. (2005). *José Vicente Scorza: la paradoja como vida*. Valencia, Carabobo. Instituto de Altos Estudios en Salud Pública "Dr. Arnoldo Gabaldón". [Libro en línea] Disponible: <http://www.iasp.edu.ve/index.php/componet/jdownloads/viewcategory/3-libros-y-publicaciones> [Consulta: 2012, marzo 21].
- Caselli, G. (1987). *The human body and how it works. Windows of the World*. Nueva York: Grosset & Dunlap.
- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999) Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela, 5.453 (Extraordinario), Marzo 24, 2000.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations and the Platform for Agrobiodiversity Research. (2011). Biodiversity for Food and Agriculture Contributing to food security and sustainability in a changing world Disponible: [Documento en línea] Disponible: http://www.fao.org/fileadmin/templates/biodiversity_paia/PAR-FAO-book_lr.pdf. [Consulta: 2012, enero 7].
- Gil, S. y Rodríguez, E. (2001). *Física re-creativa. Experimentos de Física usando nueva tecnologías*. Cap. 1. Buenos Aires: Pearson Education S.A.
- Guerrero, J., Carrillo-Vico, A. y Lardone, P. (2007). *La melatonina. Investigación y Ciencia*, 30-38.
- HIDROCAPITAL. (2011). El proceso de potabilización. [Folleto informativo]. Caracas: Autor.
- Herschbach, D. R. (1995) *La tecnología como conocimiento: implicancias para la educación*. Traducido de: Technology as Knowledge Implications for Instruction en Journal of Technology Education. Vol 7. No.1. (1995) Washington D.C: Virginia University. Disponible: <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JTE/v7n1/herschbach.jte-v7n1.html> [Consulta: 2012, enero 7].
- Hewitt, P. (2005). *Conceptos de Física*. México: Limusa, S.A.
- I.E.S. Suel (2012). *Introducción a las Ciencias de la Salud. El cuerpo humano. Sistema óseo*. Junta de Andalucía (España). Consejería de Educación. Disponible: <http://www.juntadeandalucia.es/averroes/~29701428/salud/osteo.htm>.
- Krebs, C. J. (1986). *Ecología*. Ediciones Pirámide.
- La Universidad del Zulia. (2011). *El calor de Pueblo*. [Folleto informativo en línea] Disponible: <http://comunidadesvirtuales.net/calorpueblo/?p=2877> [Consulta: 2012, marzo 2].
- Lacueva, A. (2000). "Proyectos de investigación en la escuela: científicos, tecnológicos y ciudadanos". *Revista de Educación*. (323) (pp. 265-288)
- Lacueva, A. (2003). *Más de 400 ideas para actividades y proyectos estudiantiles de investigación*. Caracas: Laboratorio Educativo.
- Ley de Reforma Parcial de la Ley de Metrología (2007, Noviembre 27) Gaceta Oficial de la Republica Bolivariana de Venezuela, No. 358.136.
- Londoño, F. (2008). *Elementos químicos de la materia viva*. Disponible: <http://e.scribd.com/document/6935412/elementos-quimicos-de-la-materia-viva>. (Consulta: 2012, Enero).
- Marcano, José E. (s.f.) *Educación ambiental en la República Dominicana*. Descargado: <http://www.jmarcano.com/nociones/index.html>. [Consulta: 2012, enero 28/02/2012].
- Ministerio de Educación y Ciencia, Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología [FECYT]. (2007) Unidad didáctica viaje al universo neuronal. Madrid: Autor.
- Ministerio del Poder Popular para el Ambiente. (2011) Cuarto informe nacional convenio de diversidad biológica de la República Bolivariana de Venezuela. (2011) [Documento en línea] Disponible: <http://www.cbd.int/doc/world/ve/ve-nr-04-es.pdf>. [Consulta: 2012, enero 7].
- Naciones Unidas. (2011). Ocho datos sobre el derecho humano al agua y al saneamiento. [Documento en línea] Disponible: http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/pdf/facts_and_figures_human_right_to_water_spa.pdf [Consulta: 2012, Marzo 9].
- Oficina del Alto Comisionado para los Derechos Humanos de las Naciones Unidas y Organización Mundial Para la Salud. (2011) *El derecho al agua*. Folleto informativo 35. Ginebra, Suiza: autor. [Documento en línea] Disponible: <http://www.ohchr.org/Documents/Publications/FactSheet35sp.pdf> [Consulta: 2012, Marzo 8].
- Oficina Internacional de Pesos y Medidas (BIPM) (2012) Unidades Básicas del Sistema Internacional de Unidades, Disponible: www.bipm.org/en/si/base_units (Consulta: 2012, Enero).
- Petit, J. (2002). "Estado actual de la información sobre productos forestales no madereros". En: FAO, Estado de la información forestal en Venezuela. Cap IX. [Documento en línea] Disponible: <http://www.fao.org/docrep/006/AD401S/AD401s11.htm>. [Consulta: 2012, enero 7]
- Programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente. (2005) Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. [Documento en línea] Disponible: <http://www.pnuma.org/forodeministros/15venezuela/ven09treEvaluaciondelosEcosistemasdelMilenio.pdf> [Consulta: 2012, enero 7].
- Reacciones químicas. Velocidad de las reacciones químicas. Catalizadores (s.f). Disponible: <http://www.rena.edu.ve/TerceraEtapa/Quimica/ReaccionesQuimicas.html> (Consulta: 2012, Enero).
- Reyero, C., Calvo, M., Vidal, M. P., García, E. y Morcillo, J. G. (2007). Las ilustraciones del ciclo del agua en los textos de educación primaria. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra. 15(3), 287-294. [Documento en línea] Disponible: <http://www.raco.cat/index.php/ect/article/viewFile/121420/167870> [Consulta: 2012, Febrero 14].
- Richard, N., Yegres F. y TVUNEFM (2007). José Vicente Scorza. Una escuela [Video en línea]. Disponible: <http://videocienciavenezuela.blogspot.com> [Consulta: 2012, enero 23].
- Rodríguez, J.P., Rojas-Suárez, F. y Hernández, D.G. (edt) (2010). Libro rojo de los ecosistemas terrestres de Venezuela. [Documento en línea] Disponible: http://ivica.academia.edu/JonPaulRodriguez/Papers/645927/Libro_Rojo_de_Los_Ecosistemas_Terrestres_de_Venezuela. [Consulta: 2012, enero 7] Caracas: PROVITA.
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (2008) La Biodiversidad y la Agricultura: Salvaguardando la biodiversidad y asegurando alimentación para el mundo. [Documento en línea] Disponible: <http://www.cbd.int/doc/bioday/2008/ibd-2008-booklet-es.pdf>. [Consulta: 2012, enero 7].
- Sherman, I. W. y Sherman, V. G. (1995) *Biología. Perspectiva humana*. México, D. F.: McGraw-Hill.
- Sienko, M. y Plane, R. (1969) *Química experimental*. Madrid: Aguilar.
- Solomon, E. P. y Berg, L. R. (1999) *Biología*. 4ª. ed. México, D. F.: McGraw-Hill Interamericana.
- Tyler Miller, G. (1994) *Ecología y Medio Ambiente*. Grupo Editorial Iberoamericana.
- Universidad Complutense de Madrid. (1999) El ciclo del agua [Documento en línea] Disponible: <http://www.ucm.es/info/diciex/proyectos/agua> [Consulta: 2012, Febrero 4].
- Universidad de Los Andes (s/f). Íconos de la ULA. José Vicente Scorza [Documento en línea] Disponible: <http://www.saber.ula.ve/iconos/index.html> [Consulta: 2012, enero 22].
- VanCleave, J. (1998) *Biología para niños y jóvenes. 101 experimentos superdivertidos*. México, D. F.: Limusa.
- Ville, C. (1996). *Biología*. 8 ed. México: Mac Graw Hill.





Los pueblos proporcionan agua, y los ríos muertos reviven, cuando las comunidades actúan conjuntamente y deciden cambiar del modelo de agricultura química a la agricultura orgánica. Nuestras aldeas, en una democracia viva, se comprometen a no permitir en sus pueblos los productos químicos, los organismos transformados genéticamente, o la privatización del agua. En una democracia viva, la gente puede usar diez veces menos agua sólo con usarla de forma ecológica y aprovechando cada gota. En una democracia viva, el agua pertenece a todos y se conserva colectivamente porque –al contrario de las explotaciones privadas– la conservación debe movilizar a la comunidad. No se puede conservar de forma individual sino de manera comunitaria.

VANDANA SHIVA

