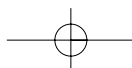
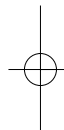
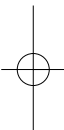
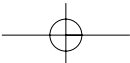
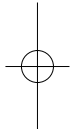
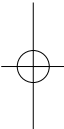
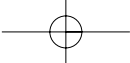
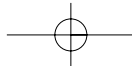


CUBIERTA



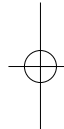
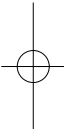


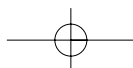
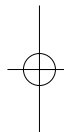
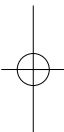
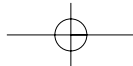


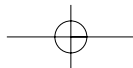
CIENCIAS NATURALES

OCTAVO GRADO

II PARTE



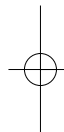
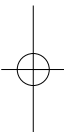




CIENCIAS NATURALES

OCTAVO GRADO

II PARTE

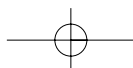


PROVISIONAL

CURSO ESCOLAR 2009 - 2010



Editorial
Pueblo y Educación





Diseño de cubierta: Olga L. Domínguez Sánchez
Diseño: Airam Expósito Fernández
Corrección: Esmeralda Ruiz Rouco
Magda Dot Rodríguez
Emplane: Mariset Victoria Somavilla Alvero

© Ministerio de Educación, Cuba, 2009
© Editorial Pueblo y Educación, 2009

ISBN 978-959-13-1970-8 Obra completa

ISBN 978-959-13-1994-4 Segunda parte

EDITORIAL PUEBLO Y EDUCACIÓN
Ave. 3ra. A No. 4605 entre 46 y 60,
Playa, Ciudad de La Habana,
Cuba. CP 11300.

ÍNDICE

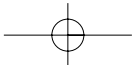
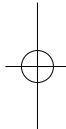
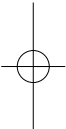
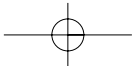
Capítulo 6 **Las oscilaciones y las ondas** / 9
Dr. C. Jorge L. Contreras Vidal

Capítulo 7 **Los óxidos y el medio ambiente** / 22
Dr. C. Francisco Pérez Álvarez y M. Sc. María de los A. Varela Núñez

Capítulo 8 **Los animales en la naturaleza. Animales no cordados** / 49
M. Sc. Carlos Palau Rodríguez y M. Sc. Rafael Armiñada García

Capítulo 9 **Animales cordados** / 77
M. Sc. Carlos Palau Rodríguez y M. Sc. Rafael Armiñada García

Conclusiones / 93



CAPÍTULO 6

Las oscilaciones y las ondas

6.1 Oscilaciones y ondas

Una oscilación ocurre cuando cierta magnitud sufre cambios alrededor de cierto valor. Ejemplos de oscilación son el movimiento de vaivén de las olas en el mar y del corazón cuando late, la temperatura del medio ambiente, un niño que mueve un columpio o un árbol batido por el viento. En ellos la posición del cuerpo o de algunas de sus partes cambia alrededor de un punto. Al cambiar la posición varían magnitudes como la velocidad, la energía potencial y la cinética. *Cuando las oscilaciones se transmiten de un lugar a otro se le denomina onda;* ejemplo, ondas de radio y televisión, las cuales se originan en las antenas emisoras debido a las oscilaciones que en ella producen los electrones después de excitados. Estas ondas electromagnéticas llegan a las antenas receptoras de cada hogar y producen oscilaciones en las mismas, llegando así la información como sonido y/o imagen.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Lanza una piedra al agua. Observa y describe lo ocurrido en la experiencia.
2. Determina en cuáles órganos del cuerpo humano se producen movimientos oscilatorios.
3. Investiga si los terremotos son ejemplos de propagación de oscilaciones y ondas.
4. En el ojo humano existe el músculo ciliar. Determina si su función es o no oscilatoria.

6.2 Oscilaciones y sus características

El péndulo de los relojes antiguos oscila de un lugar a otro alrededor de un punto, ocupando las mismas posiciones a su izquierda y a su derecha y las realiza siempre en el mismo intervalo de tiempo. Las oscilaciones del corazón se realizan casi igual que las del péndulo y así ocurre, con menos precisión, en el columpio balanceado por un niño, en un árbol batido por el viento, en la lámpara de techo que oscila producto del viento que entra por la ventana. Con estos ejemplos se concluye que el movimiento oscilatorio se repite una y otra

vez, junto a los valores que la caracterizan, en un determinado intervalo de tiempo. Este movimiento se llama periódico y es estudiado por físicos y tecnólogos.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Nombra los instrumentos musicales en los que se producen oscilaciones.
2. En los ejemplos destacados se denotó solo como exacto al intervalo de tiempo de la oscilación del péndulo del reloj. Investiga por qué los demás ejemplos carecen de la exactitud del péndulo.

6.3 Magnitudes que caracterizan las oscilaciones

Las magnitudes que caracterizan al movimiento periódico son: período, frecuencia y amplitud. *Período es el tiempo que demora en realizarse una oscilación completa.* La ecuación es: $T = \frac{t}{n}$; (t) tiempo correspondiente a un número de oscilaciones completas (n). El período se da en segundos. Se tiene el período de rotación de la Tierra sobre su eje, de traslación alrededor del Sol y el período de oscilación del péndulo.

La frecuencia es el número de oscilaciones completas que tienen lugar en determinado intervalo de tiempo, la ecuación es: $f = \frac{t}{n}$; (n) número de oscilaciones completas, (t) intervalo de tiempo y la unidad es el Hertz (Hz), y *la amplitud denota el máximo valor alcanzado por cierta magnitud, medido a partir de aquel valor alrededor del cual oscila.* Al suspender un cuerpo a un resorte, el cuerpo se estira desde el resorte a partir de la posición del reposo o equilibrio y comienza a oscilar en el eje de las y . El máximo valor de la magnitud y (desplazamiento en ese eje) producido en estas oscilaciones es la amplitud.

Se añade que la unidad Hertz es en honor a Heinrich Rudolph Hertz, que desde joven se dedicó al estudio de la física bajo la tutela del físico Helmholtz. Herzt intuuyó la existencia de las ondas electromagnéticas, pero nunca pudo comprobar si sus predicciones eran ciertas. Los descubrimientos y teorías de Hertz facilitaron a Marconi la realización de la primera aproximación al teléfono inalámbrico.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Determina la relación entre período y frecuencia e investiga acerca de las unidades múltiplos de esta última.
 - a) Busca el significado de la palabra período en matemática, física y gramática española y realiza una comparación entre los distintos significados.
 - b) A la menstruación se le conoce además como período. Realiza un comentario al respecto.
 - c) Busca el significado de frecuencia en estadística y compáralo con el de frecuencia de la oscilación.
2. Investiga por qué el movimiento periódico es el más común en la naturaleza.

3. El pulso da una magnitud que describe las oscilaciones de un órgano.
 - a) Investiga cuál es el órgano y determina la magnitud.
 - b) Menciona las fuentes de incertidumbre en el resultado obtenido.
4. Compara la frecuencia de las oscilaciones pulmonares al respirar normal y después de correr.
5. Entre un estado de reposo y de ejercicio hay grandes variaciones en la circulación sanguínea debido al aumento del número de pulsaciones. Determina las ventajas fisiológicas de esta variación en las pulsaciones durante el ejercicio.
6. Busca datos biográficos de Marconi destacando sus aportes a la ciencia.

6.4 Factores que determinan las características de las oscilaciones

Al oscilar un sistema como un cuerpo unido a un resorte, o a una cuerda, etc., bajo una amplitud pequeña (determinada por el desplazamiento inicial de los cuerpos, la velocidad que se les da, entre otros factores), la frecuencia de la oscilación no depende de la amplitud y sí de las características propias del sistema (longitud de la cuerda, masa del cuerpo en el resorte y del material con que se haya construido el mismo). Así, cuando las oscilaciones tienen lugar por sí solas, la frecuencia y el período están determinados por peculiaridades propias del sistema (dimensiones, masa, material de que están constituidas sus partes). A su vez, la amplitud de las oscilaciones depende de condiciones impuestas del exterior (disposición inicial del sistema, velocidad inicial de sus partes).

Entre la amplitud y la energía de las oscilaciones existe una íntima relación. A mayor amplitud con que se hace oscilar una cuerda de guitarra o las ramas de un diapasón, mayor energía de las oscilaciones, lo cual se manifiesta en el hecho de que se originan sonidos cada vez más intensos. Las oscilaciones que se efectúan por sí solas no duran indefinidamente, se amortiguan, su amplitud y energía decrecen poco a poco. Para mantenerlas, se requiere transmitir constantemente energía al sistema. En ocasiones esto se hace por el hombre directamente, pero la mayoría de las veces se realiza con ayuda de determinados dispositivos, por ejemplo, en relojes de cuerda o batería.

Comúnmente la frecuencia de las oscilaciones no es dictada por la característica del sistema, sino forzada desde el exterior. Ejemplos son, las oscilaciones del papel de una bocina, forzadas por el equipo de audición al que están conectados y las oscilaciones de la membrana del tímpano, determinadas por el sonido que le llega. En tales casos, cuanto más se aproxime la frecuencia exterior a la frecuencia propia del sistema, más fácil se producirán las oscilaciones. Y a la inversa, mientras más se aleje de ella, mayor dificultad habrá para producirlas. Cuando la frecuencia exterior coincide con la frecuencia de las oscilaciones que tendrían lugar en el sistema por sí solas, entonces se requiere poca energía para que la amplitud de ellas crezca; hecho conocido como resonancia.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Indaga sobre casos en los que la resonancia desempeña un papel positivo y casos en los que es perjudicial.

2. Investiga y explica la causa de la ruptura del puente Tacoma en los Estados Unidos.
3. Cuando oscila por sí solo un columpio, las oscilaciones se amortiguan. Explica este hecho desde el punto de vista de la energía.
4. Hace años, a los organismos observados bajo el microscopio en las infusiones de heno se les consideraba producto de la generación espontánea. Investiga los tipos de infusorios que existen y determina si los mismos utilizan el movimiento vibratorio para realizar algunas de sus funciones.

6.5 Características de las ondas. Transmisión de energía e información

Las ondas representan cambios que se propagan, energía que se transmite de un sitio a otro, lo cual puede ser beneficioso o perjudicial. Mediante ellas se transmite información de un lugar a otro, lo que es aprovechado por hombres y animales para su comunicación. La energía y la información pueden transmitirse desde un cuerpo hasta otro, por medio del desplazamiento de algún cuerpo desde uno de los lugares hasta el otro y mediante la propagación del mero cambio producido, sin necesidad de desplazar el cuerpo o partículas de un sitio a otro. Este último procedimiento es característico de las ondas. En el primer caso, la energía que se transmite está localizada en un cuerpo, mientras en el segundo, se distribuye en determinada región. Los componentes de un sistema de comunicación son: fuente de información, codificador, transmisor, receptor, decodificador y destinatario. Frecuentemente, la información de la fuente al codificador y del decodificador al destinatario se transmite mediante ondas; por ejemplo, cuando una persona habla delante de un micrófono y otras la escuchan frente a un radio o un televisor. Del transmisor al receptor la información también suele viajar mediante ondas. Así, las antenas transmisoras de radio y televisión emiten oscilaciones electromagnéticas que son captadas por las antenas de radios y televisores. Al sintonizar determinada emisora, lo que se hace es variar ciertas características del equipo con el fin de ajustar su frecuencia propia a las oscilaciones que transmite la emisora, de tal modo que se produzca la resonancia.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Menciona ejemplos en que los cambios transmitidos mediante ondas sean beneficiosos y ejemplos en que sean perjudiciales.
2. Examina la escala de frecuencias del radio de tu casa y determina, aproximadamente, la frecuencia a la que transmite alguna de las emisoras de radio.

6.6 Magnitudes que caracterizan a las ondas

Las magnitudes son: frecuencia, período, amplitud y velocidad con que viajan.

Frecuencia: las oscilaciones generadas en cierto punto arriban al resto de los puntos, ninguna oscilación se pierde en el camino. Al variar la frecuencia con que se emiten, varía la frecuencia con que llegan a dichos puntos. La frecuencia de la onda está determinada por el emisor de las oscilaciones.

Amplitud: la propagación de una oscilación producida cuando se introduce un objeto en la superficie del agua, al principio se distribuye en una circunferencia muy pequeña; a medida que se propaga, esta se amplía, con lo cual el número de puntos que participan de la oscilación crece. Esto significa que la energía inicial de la oscilación se distribuye en una región cada vez mayor. En consecuencia, va disminuyendo la energía que corresponde a cada punto, y con ello la amplitud. Incluso cuando la oscilación se propaga en una única dirección, como por ejemplo en el caso de una cuerda, y el número de puntos que participan no aumenta, su energía, y por tanto su amplitud, también disminuyen. De modo similar ocurre con las oscilaciones de un péndulo o de un cuerpo resorte, las que se propagan de un lugar a otro también se amortiguan.

Velocidad: la velocidad de la onda depende de la naturaleza de esta y de las características del medio en que tiene lugar la propagación. Las ondas superficiales en el agua, al pasar a una zona de menor profundidad, disminuyen su velocidad. Los ensayos realizados con ondas en el agua sugieren que la velocidad también depende de la frecuencia; al aumentar esta, disminuye la velocidad.

Si se supone que las oscilaciones se propagan con velocidad constante, un procedimiento para medir la velocidad de la onda pudiera consistir en producir varias de ellas, medir el tiempo t que tardan en recorrer una distancia, y utilizar la ecuación $v = \frac{x}{t}$.

Período y longitud de onda: durante la emisión y propagación de las oscilaciones existe una unidad de tiempo natural: el período de las oscilaciones, que puede decirse que es el intervalo de tiempo transcurrido desde que se genera una oscilación completa, hasta que se genera la siguiente. En este tiempo, la oscilación que ya se ha emitido y está propagándose recorre cierta distancia, denominada longitud de onda, la que, por supuesto, depende de la velocidad de propagación. Longitud de onda es la distancia recorrida por la oscilación en un período y se representa por la letra griega λ (lambda). La longitud de onda puede calcularse por: $\lambda = v \cdot T$, donde v es la velocidad de la onda y T , el período.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Investiga la velocidad aproximada de la onda sonora en el agua, de las ondas sísmicas, de la onda de radio y la onda luminosa, en el vacío y en el aire.
2. Determina la distancia que recorre la luz en una hora.
3. La ecuación $\lambda = v \cdot T$ puede escribirse como $\lambda = \frac{v}{f}$, de aquí que las emisoras de radio suelen informar indistintamente la frecuencia o la longitud de onda en que transmiten. Explica por qué.
4. Investiga la frecuencia en que transmite la emisora Radio Rebelde y calcula la longitud de onda correspondiente a esa frecuencia.
5. Intenta esclarecer los términos “onda larga” y “onda corta” utilizados al referirse a las transmisiones radiales.

6.7 El sonido y algunas de sus características

De manera general se dice que las vibraciones de cualquier cuerpo, y por tanto, el sonido, se producen de muy diversos modos: desplazándolos de su posición de equilibrio; golpeándolos; mediante rozamiento. El sonido se relaciona con las oscilaciones de la posición de los cuerpos o de sus partes. Lo anterior puede ocurrir y no percibirse sonido alguno, por ejemplo, al oscilar un péndulo. Para percibirlo se necesita que las oscilaciones se transmitan a través del aire u otro medio hasta el oído y que este sea sensible a ellas.

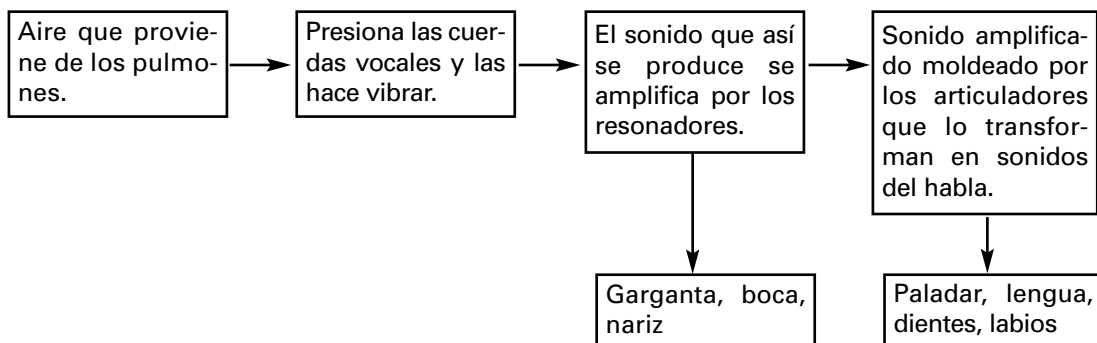
Las oscilaciones a las que el oído humano es sensible tienen frecuencias entre 20 Hz y 20 000 Hz y se les llama *sonido*. Las de frecuencias inferiores a 20 Hz se denominan *infrasonido* y las de frecuencias superiores a 20 000 Hz, *ultrasonido*. Ciertos animales perciben oscilaciones de frecuencias menores y mayores que estas. Ello explica por qué algunos cazadores utilizan silbatos cuyo “sonido” sea oído por sus perros y no por las personas, y que los murciélagos, para orientarse, emitan y perciban “sonidos” que tampoco pueden oírse. La rama de la ciencia que estudia el sonido se denomina *acústica*.

Para que exista sonido se requieren tres elementos: un cuerpo que vibre, un soporte físico por el que se transmita y una caja de resonancia que amplifique las vibraciones. La voz humana tiene los tres elementos; el cuerpo elástico que vibra son las cuerdas vocales, el soporte físico por el que se transmite es el aire que proviene de los pulmones y la caja de resonancia con sus resonadores, la garganta, la boca y la nariz.

La fonación se realiza durante la respiración, cuando el aire contenido en los pulmones sale de estos y llega a las cuerdas vocales (lengüetas fijas, similar a las lengüetas de los instrumentos musicales), constituidas por un tejido muy elástico. Estas, si se abren y se recogen a los lados, el aire pasa libremente sin hacer presión: se respira. Si, por el contrario, se juntan, el aire choca contra ellas y se produce la fonación. El aire de los pulmones sufre la primera modulación en las cuerdas vocales; el movimiento de estas modula el sonido. El aire de los pulmones y las diferencias de presión que se originan en las cuerdas vocales definen la vibración de las mismas para emitir un sonido cuya frecuencia dependerá de la masa de las cuerdas que vibran y de la tensión a que están sometidas. Como la tensión es variable en las cuerdas vocales, estas podrán emitir sonidos de diferentes frecuencias o tonos. El sonido producido en las cuerdas vocales es muy débil y debe ser amplificado por los resonadores, donde se producen modificaciones que consisten en el aumento de la frecuencia de ciertos sonidos y la desvalorización de otros.

La voz humana, al salir de los resonadores, es moldeada por los articuladores (paladar, lengua, dientes, labios, etc.), transformándose en sonidos del habla: fonemas, sílabas, palabras. La posición concreta de los articuladores determina el sonido que emita la voz, la que está constituida por sonidos llamados vocales y ruidos denominados consonantes (intervienen dientes, lengua y labios), ya que las primeras son periódicas o casi periódicas, mientras que las segundas son aperiódicas. Las vocales y las consonantes se entrelazan unas con otras, dando origen a la conversación, por eso no es fácil diferenciarlas.

En resumen, para la producción del habla es necesario una fuente o compresor que expulse el aire a presión (pulmones), una fuente vibratoria (cuerdas vocales) y una caja de resonancia con sistema de articulación (ver esquema 6.1).



Esquema 6.1 Mecanismo simplificado de producción de la voz.

En cuanto al sonido emitido por el ser humano, puede agregarse que la voz femenina es más aguda que la masculina. El tono del sonido emitido por el aparato de la voz varía entre 150 Hz y 2 100 Hz, límites de frecuencia en que el oído ofrece la mayor capacidad para percibir los sonidos. Dentro del espectro de tonos de los sonidos emitidos por el aparato de la voz, que varía de persona a persona, se distinguen seis casos de voces. Para el hombre se tienen las siguientes voces de bajo (160 a 580 Hz); barítono (217 a 690 Hz); tenor (290 a 976 Hz) y para las mujeres las voces de contralto (397 a 1 381 Hz); *mezzosoprano* (488 a 1 740 Hz) y de soprano (517 a 2 069 Hz).

Por su parte, la intensidad de la voz humana depende de la amplitud de la vibración; por eso, la gama de intensidad de la voz es grande para una misma persona, según se encuentre vigoroso o enfermo. Al secretear, la intensidad de la voz es de 0,001 microwatt/cm² hasta 1 000 microwatt/cm² cuando se emiten sonidos fuertes. En decibeles, se tendrá que el rango de la voz humana abarca unos 60 decibeles.

El timbre de la voz humana depende de los resonadores superiores del aparato de la voz, entre los que están la cavidad nasal, la cavidad bucal, y la cavidad torácica, cuyos efectos resonantes definen el timbre de la voz de cada individuo. Por ejemplo, cuando la nariz se obstruye por resfrío, o la boca se modifica por pérdida de los dientes y estos se sustituyen por una prótesis, se notan cambios en el timbre de la voz. Lo anterior permite considerar la boca, la garganta y la nariz, esto es, a los resonadores superiores, como órganos fundamentales de la voz.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Da ejemplos de los diversos modos bajo los cuales se produce sonido.
2. Investiga cómo las abejas melíferas emiten el sonido que las caracteriza.
3. Argumenta la posibilidad de escuchar o no un concierto en la superficie de la Luna.
4. La descarga eléctrica atmosférica dura fracciones de segundo y el sonido acompañante dura más tiempo. Explica el porqué.
5. Investiga el papel de las cajas de madera que utilizan los instrumentos musicales, como la guitarra.
6. Investiga la relación entre el grueso de las cuerdas de una guitarra, la frecuencia con que oscilan y el tipo de sonido que emiten.

7. Un equipo genera sonido con frecuencia de 1 000 Hz. Determina dónde será mayor la frecuencia de las oscilaciones, si en el aire o en el agua. Calcula los valores de longitud de onda en cada caso.

6.8 Ultrasonido e infrasonido. Sus aplicaciones

El ultrasonido es una poderosa herramienta de investigación. Es un rival de los rayos x en medicina y un eficaz procedimiento para localizar barcos y submarinos (por medio del sonar). Se pueden generar ondas ultrasónicas hasta de 10 000 000 Hz. La longitud de onda de una onda ultrasónica, es:

$$\lambda = \frac{V}{f} = 340\,000\text{ mm/s} / 10^6\text{ Hz} = 0,34\text{ mm}.$$

Cuando el medio es tal que su velocidad de propagación es de 1 500 m/s, la longitud de onda será: $\lambda = 0,15\text{ mm}$. Esta velocidad es la de propagación del sonido por los tejidos vivos, por lo que resulta útil en la biología. Experiencias llevadas entre animales inferiores y ondas ultrasónicas permiten concluir que existen pequeños animales que se comunican con ondas ultrasónicas que el ser humano no las percibe.

Dentro de sus efectos más destacados se tienen que: a) bajo las ondas ultrasónicas se mezclan sustancias como agua y mercurio y aceite en agua; b) una reacción química que no se inicia en la oscuridad, bajo la acción de las ondas ultrasónicas, lo hace; c) las ondas ultrasónicas transforman el bicarbonato de calcio soluble en carbonato de calcio insoluble, así el agua de las calderas puede tratarse con ondas ultrasónicas para disminuir las incrustaciones en la caldera; d) los vinos, licores y coñac mejoran por la acción de las ondas ultrasónicas; e) las ondas ultrasónicas aceleran, detienen o destruyen la germinación de las semillas, dependiendo de la dosis aplicada; f) el fermento lácteo es destruido por ondas ultrasónicas y con ellas es posible esterilizar la leche sin elevar su temperatura, lo que impide que el calor destruya vitaminas de valor nutritivo; h) al eliminar las toxinas de algunos microorganismos para preparar vacunas, se han empleado las ondas ultrasónicas; i) una fuente de ultrasonidos debajo del agua, provoca en su superficie ondulaciones y si se introduce dentro del agua un termómetro o varilla de vidrio, se rompe en pedazos. Si se logra sostener la varilla con la mano, se siente calor en la misma, mientras que la varilla permanece fría.

Por su parte, la principal aplicación de los infrasonidos es la detección de objetos, ya que son poco absorbidos por el medio, contrario a las de ultrasonido. Por atenuarse menos pueden llegar más lejos que las demás ondas. Esto es utilizado para la detección de grandes objetos a grandes distancias como montañas o el fondo marino.

Los investigadores del infrasonido están interesados en sonidos de 10 Hz y más bajos (hasta 0,001 Hz). Estas frecuencias son las mismas que utilizan los sismógrafos para monitorear terremotos o los sensores infrasónicos para descubrir las señales acústicas provenientes de las explosiones. Debido a que los volcanes, tornados, meteoros, producen infrasonido, se podría detectar dichas ondas y prevenir algún desastre natural.

Existen un grupo de eventos que producen infrasonidos, dentro de los cuales están: a) las ondas infrasónicas debido a auroras boreales y australes,

provocadas por partículas con energía térmica provenientes de tormentas solares que al interactuar con las partículas de oxígeno en la atmósfera producen luminosidad; b) el paso de meteoros por la atmósfera produce infrasonidos, señales utilizadas para determinar la velocidad de caída antes de su explosión o impacto con la superficie terrestre; c) los desplazamientos de tierra que se producen en los sismos generan infrasonidos con frecuencias de 10 a 0,01 Hz; d) las tormentas atmosféricas marinas generan infrasonidos con frecuencias que están entre los 0,125 a 0,333 Hz; e) las avalanchas generan infrasonidos con frecuencias de 1 a 3 Hz; f) en la atmósfera se generan fenómenos que pueden generar infrasonidos como los tornados, truenos y fuertes vientos atravesando montañas, las grandes tormentas generan ondas infrasonicas con frecuencias de 0,1 a 0,02 Hz.

Además de los eventos naturales, existen animales que emiten infrasonidos. Los elefantes lo hacen para comunicarse a grandes distancias, ya sea para aparearse o buscar alimentos. Los animales con cabezas pequeñas tienen sus oídos cerca uno del otro y pueden oír sonidos de frecuencias más altas que aquellos con oídos más separados; esto se debe a las longitudes de onda, ya que se perciben sonidos con longitudes de onda del tamaño del cuerpo. A partir de esto, dado que los infrasonidos tienen longitudes de onda grandes, se concluye que los elefantes pueden oír y producir este tipo de ondas sonoras debido a que poseen una cavidad bucal y craneal grande.

La exposición de un ser humano a altos niveles de infrasonidos puede producirle náuseas, indisposición y graves cuadros estomacales, respiratorios y cardíacos; por esto, se han realizado estudios respecto a los niveles de emisión de ondas de baja frecuencia de algunas maquinarias como turbinas, máquinas de impacto de envergadura, transportes, bombas, etc. Por otra parte, hoy se trabaja en la confección de equipos emisores de infrasonidos para tratar enfermedades como la osteoporosis.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. El murciélago no tiene visión. Averigua cómo puede volar sin chocar.
2. Investiga qué tratamientos se dan con la ultrasonoterapia y en dónde no debe ser aplicada.

6.9 Propagación, absorción, reflexión y refracción del sonido

En el siglo IV a.n.e., los filósofos griegos pensaban que el sonido se propagaba por el movimiento del aire. Si no existe un medio no se transmite. Su velocidad depende de las propiedades del medio. No todas las ondas necesitan de un medio para propagarse; las electromagnéticas (televisión, luminosas), lo hacen donde apenas hay sustancia.

Al propagarse el sonido en un espacio abierto, su volumen disminuye debido a que la energía inicial de las oscilaciones se distribuye en una región cada vez mayor y parte de ella se transforma en energía térmica del medio. Esta absorción de la energía depende del medio de que se trate; por ejemplo, en el

aire es mucho más elevada que en el agua. Por otra parte, mientras mayor sea la frecuencia de las oscilaciones, mayor será la absorción de estas y, por tanto, su amortiguamiento.

Cuando una onda incide sobre un cuerpo, una parte es absorbida y otra reflejada. Esta propiedad la utilizan barcos, submarinos y ciertos animales para localizar objetos, lo cual se conoce como ecolocalización. Este principio se basa en que la onda sonora originada se refleja en los objetos que se encuentran en el camino y regresa. De acuerdo con el tiempo que se necesite para que la onda sonora regrese, se determina la distancia al objeto, y por el carácter del eco, se determinan las cualidades del mismo. Un perro ciego, por ejemplo, al tener el oído agudo, distingue el sonido reflejado de las superficies densas que produjo mediante el ruido de sus pasos. Similarmente se orientan los peces; el movimiento de sus cuerpos provoca en el medio submarino compresiones locales que se propagan a distintas partes, igual que las ondas corrientes. Su repercusión en los objetos lo capta un órgano especial, la línea lateral, que poseen los peces y anfibios rabudos.

Los guácharos, aves nocturnas que viven en las islas del Mar Caribe y en países próximos de América Latina, al igual que las golondrinas salanganas, utilizan la ecolocalización. A los murciélagos y delfines la ecolocalización les sirve para esquivar obstáculos y hallar alimentos. Las ballenas y focas de las regiones polares, que tienen que conseguir peces debajo del hielo, cubierto por una gruesa capa de nieve; los ratones de monte y las musarañas también la emplean.

También se sabe que al hablar en una habitación con la puerta abierta, el sonido se escucha en el exterior, no solo frente a la puerta, sino también en lugares a la izquierda y la derecha de esta. Este hecho se debe a una característica esencial de la propagación del sonido, y en general, de las ondas: se desvían al pasar por los bordes de una abertura o un obstáculo. A menor frecuencia de las ondas, mayor dicha desviación. La desviación de las ondas al pasar por el borde de un obstáculo o abertura se denomina difracción.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Investiga a qué se le llama eco y qué propiedad de las ondas se pone de manifiesto en este.
2. Bajo la campana de una máquina de vacío se coloca un reloj con la alarma activada. A medida que se extrae el aire de la campana, deja de escucharse la alarma. Explica el fenómeno mencionado.
3. Explica desde el punto de vista energético, por qué el sonido propagado en medios abiertos disminuye su intensidad al aumentar la distancia respecto a la fuente.

6.10 Percepción del sonido por el hombre. Ruido

En las antiguas civilizaciones egipcias, persas y chinas, se construían instrumentos musicales y se interesaban por la producción y las propiedades del sonido. Los sonidos se diferencian atendiendo a tres cualidades de su percepción por los humanos: tono, intensidad y timbre. Estas cualidades se relacionan

con la frecuencia, amplitud y forma de la oscilación. Las oscilaciones de frecuencias altas se perciben como sonidos agudos y las bajas, como graves. Por su parte, las de gran amplitud corresponden a sonidos de elevada intensidad. Si se graficara las oscilaciones de un diapasón y de una flauta que emiten la misma nota, podría observarse que las oscilaciones representadas tendrían igual frecuencia y amplitud, pero sus formas diferirían, lo cual explica que dichos instrumentos posean distinto *timbre*, que no suenen iguales.

El *tono de un sonido* depende de la frecuencia del sonador, de las vibraciones por segundo que cumpla la fuente sonora, lo que determina que este se mida por la frecuencia del sonador. De dos sonidos, el de menor frecuencia es el más grave, y el de mayor, el más agudo. La *intensidad del sonido* dependerá de la amplitud de la vibración, y será más intenso el sonido emitido por el sonador que vibra con mayor amplitud. Se puede demostrar que exactamente es, la intensidad del sonido, proporcional al cuadrado de la amplitud de la vibración. Ahora bien, la intensidad del sonido o de una onda sonora, es la energía que atraviesa la unidad de superficie en la unidad de tiempo; luego, la intensidad del sonido será tanto menor, cuanto más distante esté el auditor de la fuente sonora. Esto es, que la intensidad sonora es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia al sonador. También existe una relación entre la intensidad del sonido que llega al oído y la sensación que produce. La sensación aumenta más despacio cuando crece la intensidad del sonido, por lo que sería imposible decir cuándo una sensación es el doble de la otra. Podría admitirse que la intensidad deberá crecer en proporción geométrica, para que la sensación aumente en proporción aritmética.

El oído humano es sensible a las oscilaciones de frecuencias comprendidas en el rango 20 Hz - 20 kHz. Hacia los extremos de este rango se ubican los sonidos muy graves y muy agudos, entre los cuales hay toda una rica gama de sonidos. Sin embargo, para percibir aceptablemente la voz o seguir una melodía musical, es suficiente con sonidos cuyas frecuencias estén entre 250 Hz y 3 kHz, aunque en ese caso no se perciben muchos de los efectos de la voz o la música. Es ese el rango de frecuencias en que oscilan, por ejemplo, los diafragmas de los equipos telefónicos comunes. Para escuchar la voz y la música como "naturales", se requiere que al oído lleguen oscilaciones con frecuencias en un rango mayor, aproximadamente 250 Hz - 10 kHz.

Otra característica de la percepción del sonido por el hombre es el *ruido* o sonidos inútiles y no deseados, lo que suele asociarse a un desorden en los sonidos y la información que se percibe. El ruido se caracteriza por oscilaciones complejas, que no tienen orden o regularidad. El uso del término se extiende a ramas de la ciencia y la tecnología, para indicar oscilaciones o señales no deseadas, sean sonoras o no. Por ejemplo, las interferencias durante la transmisión de las imágenes que a veces se observa en un televisor, es un ruido, aun cuando no se trate de sonido.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Investiga por qué la voz de los hombres es más grave que la de las mujeres y los niños.
2. Reflexiona acerca de las fuentes de contaminación ambiental por ruido y sobre el perjuicio que este acarrea.
3. Explica por qué los sonidos que se perciben por la vía del teléfono no resultan familiares.

6.11 Receptores auditivos y trastornos de la audición

El sonido es importante en la vida de los vertebrados e invertebrados. Los receptores de sonido están en los oídos. El oído está constituido por el oído externo, que comprende el pabellón de la oreja (recibe y concentra las ondas sonoras) y el conducto auditivo externo (tubo de diámetro poco variable) que desemboca en esta. Los elementos del oído externo conducen la energía de las ondas sonoras al tímpano, membrana que obtura el conducto auditivo externo en su extremo mismo. El oído externo se separa del oído medio por la membrana timpánica. La membrana del tímpano y la cadena de tres huesecillos del oído (yunque, martillo y estribo), elementos del oído medio, refuerzan y transmiten las vibraciones acústicas más lejos (energía mecánica), o sea, al elemento del oído interno llamado caracol o cóclea, donde estas se transforman en secuencia de impulsos nerviosos (energía eléctrica) que van al cerebro por el nervio auditivo (ver figura 6.1).

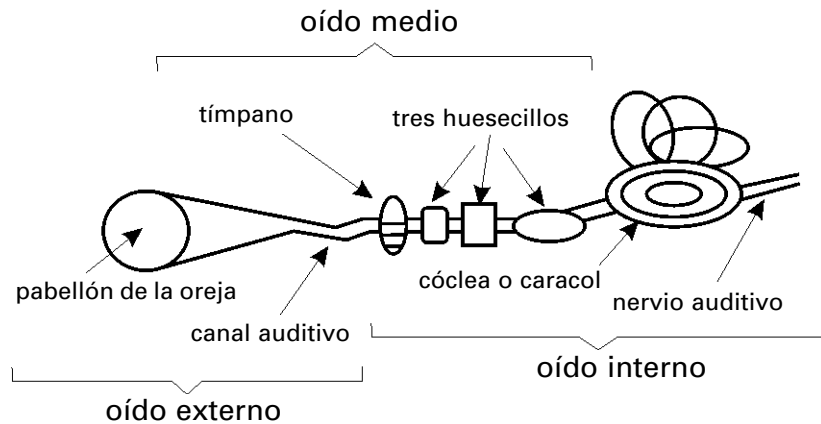


Fig. 6.1 Diagrama simplificado del oído humano.

El pabellón auditivo en el hombre no desempeña un papel de consideración en la audición, pero en algunos animales el pabellón es bastante desarrollado y móvil para localizar la dirección de donde procede el sonido, entre los cuales se encuentran el gato, el caballo y el ciervo. Como en realidad el oído está capacitado para percibir frecuencias dentro de un amplio rango, se concluye que la función del conducto auditivo externo es la de proteger la membrana timpánica. Al alcanzar las ondas la membrana, esta desempeña la función de receptor de presiones y oscila obligada por ella. El tímpano es una membrana de alguna rigidez, y puede ser considerado como un tubo acústico cerrado que vibra producto de las variaciones de presión en el oído externo.

La fuerza de las vibraciones producidas en el oído interno es 20 veces mayor que la ocurrida en la membrana timpánica. La cóclea se divide en zonas o conductos llenos de un líquido. Por tanto, las vibraciones sonoras se propagan desde el exterior por tres medios: gaseoso (aire), sólido (tímpano y huesecillos) y líquido (perilinfia); además, los impulsos vibratorios que llegan al tímpano resultan multiplicados en fuerza.

Si la propagación a través del oído se hace imposible, las ondas sonoras pueden transmitirse por los huesos del cráneo hasta el oído interno. Las vibraciones del cráneo pueden provocar vibraciones en el líquido de la cóclea. Al taparse los conductos auditivos externos, y aplicarse en la cabeza o contra los dientes un vibrador, se oirá el sonido por transmisión por los huesos del cráneo. La transmisión del sonido por vía ósea se efectúa por el cráneo al oído interno, por tanto, no funcionarán los huesecillos.

Ahora bien, existen personas sordas. Hay dos tipos de sordera: por conducción, (interferencia de los sonidos a través del oído medio o externo) y por nerviosismo, (deficiencias en la cóclea o en el nervio auditivo). Si la cóclea o el nervio auditivo se destruyen, la persona queda sorda. Si ambos quedan intactos, pero el sistema tímpano-huesecillos está destruido, las ondas pueden aún conducirse hasta la cóclea por medio de la conducción ósea desde un generador de sonido aplicado sobre el cráneo.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Investiga la función del cerumen y los pelos que se encuentran en el oído.
2. En algunos mamíferos el oído externo es móvil. Investiga el nombre de algunos de ellos.
3. Investiga si los mamíferos terrestres pueden recepcionar las ondas sonoras en el agua.

CAPÍTULO 7

Los óxidos y el medio ambiente

Ya se estudiaron las propiedades físicas y químicas del dioxígeno y entre ellas, la importancia de su reacción química con los metales y los no metales. En esta unidad se ampliarán los conocimientos acerca de las sustancias compuestas que se forman en esta reacción química, por ejemplo: su estado natural, propiedades, estructura, aplicaciones y relación con el medio ambiente como sustancias naturales, teniendo en cuenta cómo estos sistemas participan de los cambios en la naturaleza y su importancia desde el punto de vista energético.

El dioxígeno reacciona con la mayoría de las sustancias simples formando compuestos binarios¹ constituidos por el elemento oxígeno y otro elemento metálico o no metálico. Entre estas sustancias se encuentran los óxidos.²

¿Qué importancia tienen estas sustancias? Para ello hay que destacar su relación con los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos del medio ambiente; es decir, su acción en las esferas geográficas, su acción beneficiosa o perjudicial para la vida de los organismos, así como su implicación en el desarrollo socioeconómico de la humanidad.

En la naturaleza muchas de las sustancias conocidas son óxidos y participan en muchos procesos del cuerpo humano y de otros organismos. Estos se encuentran en cada una de las esferas geográficas de la Tierra y participan en procesos que provocan cambios, tanto sobre el relieve, que se producen en la corteza terrestre por acción de óxidos como el agua y el dióxido del carbono que desempeñan un papel extraordinario, como en la formación de algunos recursos naturales minerales y su participación en procesos energéticos.

El total de óxidos libres en la litosfera (no se incluye hidrosfera, ni atmósfera), es alrededor de 17 %, correspondiendo al sílice (dióxido de silicio, SiO_2) el 12,6 %. También entre los más importantes está el dióxido de carbono (CO_2), presente en el aire de la atmósfera, muy relacionado con la respiración y la fotosíntesis en los organismos con clorofila; y el agua (H_2O), en la hidrosfera, sin la cual tampoco existiría la vida en nuestro planeta.

Los óxidos constituyen recursos naturales que tienen un papel decisivo como materia prima en la producción material. Entre los minerales que forman parte de la corteza terrestre están varios minerales metálicos, como la pirolusita (MnO_2), del que existen yacimientos en varias provincias cubanas, muy

¹ Las sustancias binarias son sustancias constituidas por dos elementos químicos.

² Existen otras sustancias binarias formadas por el oxígeno y otro elemento químico. Ejemplo de estas son los peróxidos, superóxidos y el fluoruro de oxígeno.

empleado en la industria metalúrgica; la hematita (Fe_2O_3) y la cuprita (CuO), así como minerales no metálicos como el cuarzo (SiO_2) muy utilizado en la industria electrónica y el dióxido de silicio que constituye la sílice en la arena utilizada en la construcción.

¿Por qué las propiedades de los óxidos son tan variadas? ¿Qué tipo de enlace une a los átomos de oxígeno con otros elementos químicos en los óxidos? ¿Qué aplicaciones tienen estas sustancias? ¿Cómo influyen en el medio ambiente? Estas interrogantes, entre otras, serán respondidas durante el estudio de este capítulo.

7.1 Propiedades físicas de los óxidos

Las propiedades físicas de los óxidos son extremadamente variadas. A temperatura y presión estándar ambiente (TPEA) unos son gaseosos, como el dióxido de carbono (CO_2), otros sólidos de elevada temperatura de fusión, por ejemplo, el óxido de magnesio (MgO), y algunos líquidos, como el agua (H_2O).

El color, la solubilidad en agua, el olor y otras propiedades, igualmente se diferencian mucho entre unos óxidos y otros. En la tabla 7.1 se relacionan varios de ellos y tres de sus propiedades.

Tabla 7.1 Propiedades físicas de algunos óxidos

Nombre	Fórmula química	Color	t.f. (°C)	Olor
Dióxido de azufre	SO_2	incoloro	-72,7	sofocante
Óxido de calcio	CaO	blanco	2 614	inodoro
Dióxido de nitrógeno	NO_2	pardo rojizo	-11,2	característico
Óxido de plomo (II)	PbO	amarillo	886	inodoro
Agua	H_2O	incoloro	0	inodoro
Óxido de cobre (I)	Cu_2O	rojo	1 235	inodoro
Óxido de cromo (III)	Cr_2O_3	verde	2 266	inodoro

Los óxidos se clasifican en óxidos metálicos y óxidos no metálicos, en dependencia de que el otro elemento unido al oxígeno sea metálico o no metálico, respectivamente.

Esta clasificación facilita el estudio de estas sustancias con tan diversas propiedades.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Confecciona un cuadro comparativo con las definiciones de los tipos de óxidos estudiados.

2. Observa los datos de la tabla 7.1 y di cuál es el estado de agregación de cada sustancia a 100 kP. Argumenta tu respuesta.
3. Investiga acerca de uno de los óxidos más abundantes en la atmósfera, uno en la hidrosfera y uno en la litosfera. De cada uno de ellos menciona tres propiedades.
4. ¿Qué relación existe entre el agua, el dióxido de carbono y el dióxígeno en los procesos naturales en que estos intervienen? Valora las acciones que se realizan a nivel local en Cuba para favorecer estos procesos.

7.2 Estructura de los óxidos. Enlace covalente polar y enlace iónico

A continuación se estudiarán la estructura y tipo de enlace de los dos tipos de óxidos.

Estructura de los óxidos no metálicos. Enlace covalente polar

La mayoría de los óxidos no metálicos son sustancias moleculares.

En las moléculas de estos óxidos los átomos de los elementos no metálicos y los átomos del elemento oxígeno se encuentran unidos por medio de enlaces covalentes. Es decir, en cada una de sus moléculas los electrones del enlace son compartidos entre dos átomos, que en este caso son de distintos elementos químicos.

Sin embargo, a diferencia del enlace covalente, en las moléculas de las sustancias simples, en el que los electrones son igualmente compartidos entre dos átomos iguales de un mismo elemento químico, como en el O_2 , el H_2 , el O_3 , el P_4 y el S_8 , *en la mayoría de los óxidos no metálicos los electrones del enlace son desigualmente compartidos, siendo más atraídos por los átomos de oxígeno que por los del otro elemento no metálico.*

Dado que los átomos de oxígeno atraen más fuertemente los electrones del enlace, la densidad de carga negativa está desplazada hacia estos átomos, que como resultado adquieren una carga parcial negativa, δ^- , mientras que los átomos de los otros elementos no metálicos adquieren una carga parcial positiva, δ^+ .

El compartimiento desigual de los electrones de un enlace covalente provoca que aparezcan dos polos, uno negativo, sobre los átomos que atraen con mayor fuerza los electrones, y uno positivo, sobre los átomos que ejercen menor atracción de los electrones del enlace.

Lo antes descrito ocurre entre los átomos de las moléculas de agua (H_2O), monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO_2), trióxido de azufre (SO_3), entre otras.

El enlace covalente que se caracteriza porque los electrones del enlace son más atraídos por el núcleo de un átomo que por el núcleo del otro átomo recibe el nombre de enlace covalente polar.³

³ Que existen polos, uno negativo y otro positivo.

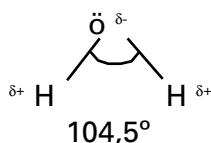
Como se puede apreciar, hay diferencias entre este enlace covalente y el que existe entre los átomos de las moléculas de las sustancias simples, conocido como enlace covalente apolar.

El poder de atracción que ejerce un átomo sobre los electrones del enlace se denomina electronegatividad.

Existe una tabla con la electronegatividad expresada en valores numéricos, de cada uno de los átomos de los elementos químicos que se encuentran representados por sus símbolos en la tabla periódica.

Los átomos de los elementos no metálicos son, por lo general, más electronegativos que los átomos de los elementos metálicos, así como el flúor (F), el oxígeno (O), el nitrógeno (N) y el cloro (Cl) son los más electronegativos.

Un caso especial de molécula fuertemente polar es la del agua. Esto se debe no solo a la fuerte atracción de los electrones del enlace por el átomo de oxígeno, sino también a la distribución espacial de los átomos de hidrógeno y oxígeno en la molécula. Así, la molécula de agua es asimétrica, como se representa a continuación:



Es decir, los átomos de hidrógeno no están en línea recta con el de oxígeno, sino formando un ángulo de $104,5^\circ$, por lo que tiene dos polos bien marcados, un polo negativo en el átomo de oxígeno, y un polo positivo en los átomos de hidrógeno, razón por la cual se puede afirmar que la molécula de agua es muy polar, un dipolo eléctrico, que puede representarse así:



Las relativamente bajas temperaturas de fusión y de ebullición de la mayoría de los óxidos no metálicos moleculares se debe a que las interacciones entre las moléculas son de poca intensidad y fáciles de vencer, por lo que al cambiar de estado de agregación se rompen las relativamente débiles fuerzas de atracción intermoleculares y no los enlaces covalentes entre los átomos.

A medida que las moléculas presentan una mayor polaridad, sus temperaturas de fusión y de ebullición también serán mayores, pues la atracción entre las moléculas es más intensa, como consecuencia de la atracción electrostática entre el extremo o polo positivo de una molécula y el extremo o polo negativo de la otra.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. ¿En qué se diferencia el enlace covalente apolar del covalente polar? ¿Qué propiedad de los elementos químicos explica la formación de uno u otro enlace según el tipo de óxido? Argumenta.
2. ¿Por qué los estados de agregación de los óxidos no metálicos son diversos? Ejemplifica.
3. ¿Por qué no se rompen los enlaces entre los átomos que forman las moléculas al fundirse el agua sólida (hielo)?

4. Confecciona una tabla comparativa del agua y el dióxido de carbono en cuanto a composición, estructura y propiedades. Argumenta en cada caso.
5. Utiliza el libro de texto *Química Parte 1 Secundaria Básica*, y compara, atendiendo al tipo de partículas que la forman y a las interacciones entre estas, la red cristalina del óxido de magnesio (figura 3.81) con las redes cristalinas de:
- a) el dióxido de carbono (figura 2.7),
 - b) el diamante (figura 2.10),
 - c) el hierro (figura 2.11).

Estructura de los óxidos metálicos. Enlace iónico

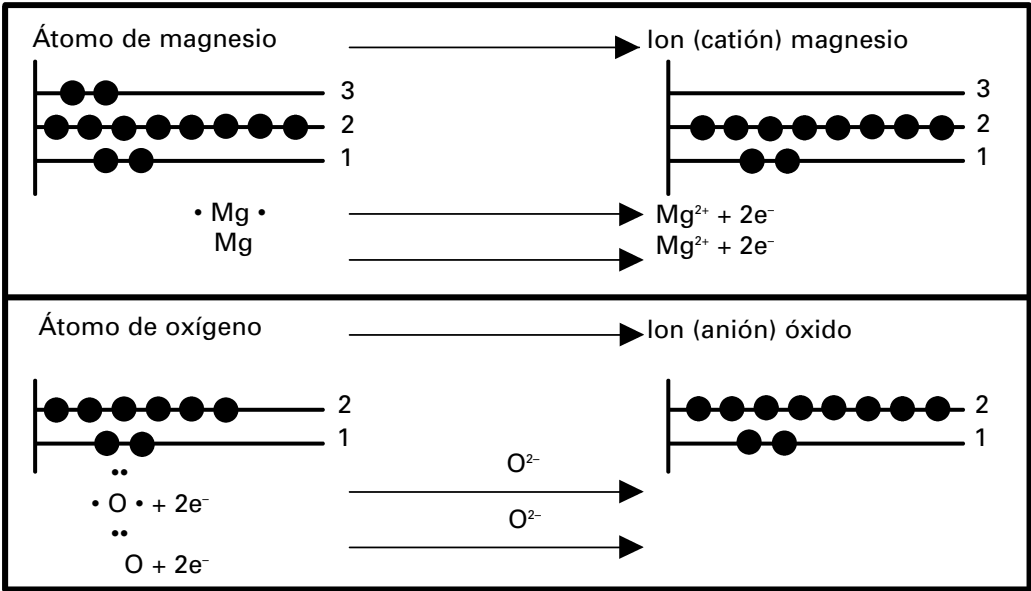
Muchos óxidos metálicos, como los formados por los elementos de los grupos I A y II A de la tabla periódica, poseen altas temperaturas de fusión. Esta propiedad permite predecir que estas sustancias no son moleculares, o sea, no forman moléculas. Este tipo de sustancias están formadas por otras partículas llamadas *iones*.

Las sustancias formadas por iones se llaman sustancias iónicas y están constituidas en el estado sólido por una red cristalina iónica o red iónica. La mayoría de los óxidos metálicos son sustancias iónicas.

El óxido de magnesio, de color blanco y temperatura de fusión elevada, 2 642 °C, es un óxido metálico constituido por iones magnesio con dos cargas eléctricas positivas, Mg^{2+} , e iones óxido con dos cargas eléctricas negativas, O^{2-} , que forman una red cristalina iónica.

Los iones se forman cuando un átomo pierde o gana electrones. Si un átomo pierde electrones, se forma un ion positivo o catión, porque hay más protones en su núcleo que electrones en su envoltura. Por el contrario, si un átomo gana electrones, entonces se forma un ion negativo o anión, porque hay menos protones en su núcleo que electrones en su envoltura.

Es decir, en el primer caso, en el ion hay más cargas positivas que negativas y en el segundo, más cargas negativas que positivas, lo cual se representa a continuación con los iones Mg^{2+} y O^{2-} .



Como se puede observar, el átomo de magnesio pierde los dos electrones que tiene en el tercer y último nivel de energía, representados con dos punticos a ambos lados del símbolo de este elemento químico, formándose el catión magnesio con dos cargas positivas, porque posee 12 protones en el núcleo y 10 electrones en la envoltura, es decir, dos cargas positivas más que negativas.

Por su parte, el átomo de oxígeno ganó dos electrones, que se incorporaron en el segundo nivel de energía, junto a los seis que ya existían, representados con punticos a cada lado del símbolo de este elemento químico, formándose el anión óxido con dos cargas negativas, porque posee 8 protones en el núcleo y 10 electrones en la envoltura, o sea, dos cargas negativas más que positivas.

En las redes cristalinas iónicas los iones se mantienen unidos por una fuerte atracción de sus cargas eléctricas contrarias, como ocurre en la del óxido de magnesio con sus iones Mg^{2+} y O^{2-} .

El enlace químico entre iones de cargas eléctricas contrarias recibe el nombre de enlace iónico.

Por tanto, todos los óxidos metálicos que son sustancias iónicas tienen este tipo de enlace. Ejemplo de ellos son los óxidos de los elementos de los grupos I A y II A de la tabla periódica.

El enlace iónico es característico de aquellos óxidos en los cuales los átomos de los elementos metálicos tienen valores pequeños de electronegatividad, como el del magnesio (1,2).

En la medida en que los átomos de los elementos metálicos posean mayor electronegatividad, el carácter iónico del enlace en los óxidos metálicos disminuye y aumenta el carácter covalente polar de estos. Tal es el caso del óxido de aluminio (Al_2O_3), y el óxido de cinc (ZnO), cuyos valores de electronegatividad son 1,5 en el aluminio y 1,6 en el cinc.

La mayoría de los óxidos metálicos iónicos son sólidos de elevadas temperaturas de fusión, debido a que en su estructura los iones se mantienen unidos por fuertes atracciones electrostáticas que se extienden en todas las direcciones en el cristal. Las fórmulas químicas de los óxidos metálicos iónicos indican la menor relación que hay entre los iones que forman su red cristalina.

Por ejemplo, la fórmula MgO nos revela que por cada ion óxido hay un ion magnesio, lo cual no es más que la información cualitativa y cuantitativa de la composición de esta sustancia. De ahí que su carga eléctrica resultante es nula.

Los cristales iónicos pueden tener un mayor o menor número de iones, en dependencia de su tamaño, pero en todos los casos la relación es la misma, como ocurre en la red cristalina iónica del óxido de magnesio.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. ¿Cuál es la diferencia entre el enlace iónico y el covalente polar? Argumenta.
2. Compara el MgO y el CO en cuanto a tipo de partículas, tipo de enlace y propiedades. Argumenta en cada caso.

7.3 Nomenclatura y notación química de los óxidos

Las sustancias suelen designarse tanto por su nombre, como por su fórmula química. Los nombres de algunas sustancias son tan “informativos” como sus fórmulas, pero en otros casos, sobre todo para algunas sustancias, sus nombres comunes (agua, amoníaco, metano, ozono, etc.) proporcionan poca o ninguna información sobre la composición de la sustancia.

Para escribir la fórmula química de una sustancia es necesario conocer su composición cualitativa y cuantitativa.

En los compuestos iónicos es posible establecer la composición cuantitativa si se conocen las cargas de los iones que lo constituyen. Por ejemplo, en el óxido de potasio, si se sabe que el ion óxido tiene carga $2-$ (O^{2-}) y que el ion potasio tiene carga $1+$ (K^+), como la carga resultante es nula, es decir, hay igual número de cargas positivas y negativas, puede establecerse que en esta sustancia deben haber dos iones potasio por cada ion óxido, por lo que su fórmula es K_2O .

En las sustancias con enlaces covalentes polares no existen iones, sino átomos con una carga eléctrica parcial. En estos casos se asignan, por convenio, cargas eléctricas a los átomos de cada elemento químico.

Por ejemplo, en la molécula de agua, al oxígeno se le asigna una carga $2-$ y al hidrógeno $1+$, por lo que la fórmula química de esta sustancia es H_2O . Las cargas eléctricas asignadas a estos átomos y a otros se deben a dos reglas fundamentales:

- Los electrones compartidos se deben atribuir a los átomos de mayor electronegatividad.
- Cuando los átomos son iguales, los electrones se distribuyen equitativamente.

Se denomina número de oxidación a la carga eléctrica real o aparente que tiene un átomo, atendiendo a ciertas reglas convencionales y arbitrarias.

Estos números se pueden calcular, a partir de la fórmula química de una sustancia, teniendo en cuenta varias reglas y un procedimiento que se exponen a continuación.

Reglas para calcular el número de oxidación de un elemento químico en una sustancia

1. En las sustancias simples el número de oxidación de cualquiera de sus átomos es cero.
2. En los iones simples el número de oxidación es igual a la carga del ion.
3. La suma algebraica de los números de oxidación de todos los átomos en la fórmula química de una sustancia es igual a cero.
4. La suma algebraica de los números de oxidación en los iones poliatómicos es igual a la carga del ion.
5. En las sustancias oxigenadas (excepto en los peróxidos, superóxidos y compuestos de flúor) el número de oxidación del oxígeno es $2-$.
6. En todas las sustancias hidrogenadas, excepto en los hidruros de metales activos, tales como NaH y CaH_2 , el número de oxidación del hidrógeno es $1+$. En los hidruros de metales activos el número de oxidación del hidrógeno es $1-$.
7. En todos los sulfuros el número de oxidación del azufre es $2-$.

Procedimiento para calcular el número de oxidación de un elemento químico a partir de la fórmula de una sustancia

Pasos	Cu en el CuO	S en el SO ₃	Al en el Al ₂ O ₃
1. Sobre los símbolos de los elementos químicos se escriben los números de oxidación conocidos y una x sobre el elemento cuyo número de oxidación se desconoce.	x 2- Cu O	x 2- S O ₃	x 2- Al ₂ O ₃
2. Se escribe la ecuación correspondiente, teniendo en cuenta que la suma algebraica de los números de oxidación de todos los átomos de los elementos en un compuesto es igual a cero. Por eso se multiplica el subíndice de cada elemento por su número de oxidación y la x (la incógnita), respectivamente, se suman e igualan a cero.	x + (2-) = 0	x + 3(2-) = 0	2x + 3(2-) = 0
3. Resolución.	x = 2+	x = 6+	2x = 6+ x = 3+
4. Respuesta.	El número de oxidación del Cu es 2+.	El número de oxidación del S es 6+.	El número de oxidación del Al es 3+.

Nomenclatura química

Los óxidos pueden nombrarse de acuerdo con dos criterios igualmente autorizados:

- a) atendiendo al número de átomos representados en la fórmula química;
- b) expresando el número de oxidación del elemento químico unido al oxígeno en el óxido cuando este es variable.

Aunque existen estos dos criterios, el primero de ellos se usa preferentemente para nombrar los óxidos no metálicos y el segundo para los óxidos metálicos.

Para nombrar los *óxidos no metálicos* se utilizan los prefijos *mono, di, tri, tetra, penta, hepta, etc.*, según el número de átomos de cada elemento en la fórmula química. Estos prefijos se colocan delante de la palabra *óxido*, después se escribe la preposición *de* y por último el nombre del otro elemento no metálico, precedido del prefijo correspondiente. El prefijo *mono* delante del nombre de este elemento no metálico suele omitirse.

Fórmula química	Nombre
CO	monóxido de carbono
CO ₂	dióxido de carbono
I ₂ O ₅	pentóxido de diyodo
SO ₃	trióxido de azufre

Para nombrar los *óxidos metálicos* primero se escribe la palabra óxido, seguida de la preposición *de* e inmediatamente el nombre del elemento metálico. Cuando este tiene más de un número de oxidación, a continuación se coloca su valor en el compuesto con un número romano entre paréntesis.

Fórmula química	Nombre
Na ₂ O	óxido de sodio
Al ₂ O ₃	óxido de aluminio
CuO	óxido de cobre (II)
Fe ₂ O ₃	óxido de hierro (III)

Notación química

La fórmula química de los *óxidos no metálicos* se escribe así: primero el símbolo químico del elemento no metálico y a continuación el del oxígeno. Posteriormente se colocan subíndices, si es necesario, de acuerdo con el número de átomos que hay de cada elemento químico.

Nombre	Fórmula química
dióxido de azufre	SO ₂
monóxido de nitrógeno	NO
heptóxido de diyodo	I ₂ O ₇

Para escribir la fórmula química de los *óxidos metálicos* se debe conocer el número de oxidación del elemento metálico y recordar que el del oxígeno es 2-. Con estos datos se procede como se muestra en la tabla siguiente:

Pasos	Óxido de calcio	Óxido de cobre (I)	Óxido de aluminio
1. Se escribe primero el símbolo del elemento metálico y después el del oxígeno.	CaO	CuO	AlO
2. En la parte superior de cada símbolo se escribe el número de oxidación correspondiente al elemento químico.	2+ 2- Ca O	1+ 2- Cu O	3+ 2- Al O
3. Como la suma algebraica de los números de oxidación es cero, se coloca como subíndice del oxígeno el valor absoluto del número de oxidación del elemento metálico y como subíndice de este el valor absoluto del número de oxidación del oxígeno. Es decir, se intercambian los valores absolutos de los números de oxidación.	2+ 2- Ca O 	1+ 2- Cu O 	3+ 2- Al O
4. Si los subíndices son divisibles por un mismo número se simplifica para obtener la relación más sencilla. Tenga en cuenta que el subíndice 1 no se escribe.	Ca ₂ O ₂ CaO	Cu ₂ O	Al ₂ O ₃

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Clasifica según el tipo de óxido las sustancias representadas por sus fórmulas y determina el número de oxidación de cada uno de los elementos que las forman.
- a) BaO b) Fe₂O₃ c) SO₃ d) N₂O e) MnO₂ f) Al₂O₃
2. Escribe el nombre o la fórmula según corresponda:
- a) óxido de hierro (II) b) NiO c) óxido de plomo (II) d) óxido de cobre (II)
- e) Cr₂O₃ f) K₂O g) trióxido de azufre h) SiO₂
- i) NO₂ j) CO k) pentóxido de diyodo

7.4 La ecuación química

A partir de las fórmulas de las sustancias reaccionantes y productos que intervienen en una reacción química y conociendo que el número de átomos de cada elemento químico es igual antes y después de la reacción, debido a la Ley de Conservación de la Masa, es posible representar las reacciones químicas mediante ecuaciones químicas, en lugar de los esquemas con palabras.

Una ecuación química es una representación esquemática, abreviada y convencional de una reacción química, que nos brinda una información cualitativa y cuantitativa.

Para escribir una reacción química hay que seguir el procedimiento siguiente:

Procedimiento para escribir una ecuación química

Pasos	Ejemplo
1. Cada sustancia reaccionante y producto se representa por su fórmula química.	$H_2 + O_2 \longrightarrow H_2O$
2. Se indican los estados de agregación de cada sustancia, escribiendo a la derecha de las fórmulas y entre paréntesis, las letras <i>s</i> , <i>l</i> , <i>g</i> , según sean sólidas, líquidas o gaseosas, respectivamente. Las sustancias en disolución acuosa se indican con <i>ac</i> .	$H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow H_2O(l)$
3. Se comprueba si el número de átomos de cada elemento químico es igual a ambos lados de la ecuación.	$H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow H_2O(l)$ H: 2 átomos H: 2 átomos O: 1 átomo O: 1 átomo
4. Si es necesario, se iguala el número de átomos de cada elemento químico en ambos lados de la ecuación, colocando números denominados <i>coeficientes</i> o <i>números estequiométricos</i> delante de las fórmulas químicas.	$2 H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2 H_2O(l)$ H: 4 átomos H: 4 átomos O: 2 átomos O: 2 átomos
5. Entre las sustancias reaccionantes y productos se escribe un signo de igualdad.	$2 H_2(g) + O_2(g) = 2 H_2O(l)$

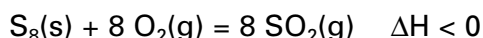
Al procedimiento de colocar coeficientes delante de las fórmulas de las sustancias, al escribir una ecuación química, de forma que sea igual el número de átomos de cada elemento en cada miembro, se le denomina ajuste.

En el ajuste de una ecuación química nunca se deben modificar las fórmulas químicas, es decir, los subíndices, sino colocar coeficientes, o lo que es igual, números delante de estas. Las ecuaciones químicas también ofrecen una *información cualitativa y cuantitativa*.

Desde el punto de vista *cualitativo*, las ecuaciones químicas expresan la naturaleza de las sustancias que reaccionan y se producen, es decir, el nombre y el estado de agregación en que se encuentra cada una, así como si la reacción es exotérmica o endotérmica.

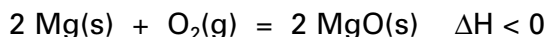
Desde el punto de vista *cuantitativo*, las ecuaciones químicas expresan la relación entre el número de partículas que intervienen en una reacción química: moléculas, átomos o iones, que en este caso se denominan entidades elementales.⁴ Para ello es imprescindible saber la clasificación de las sustancias reaccionantes y productos según el tipo de partículas que la componen.

A continuación se ofrecen dos ejemplos:



Cualitativa: El octazufre sólido reacciona con el dióxígeno gaseoso produciendo dióxido de azufre gaseoso. Esta reacción es exotérmica.

Cuantitativa: Por cada molécula de octazufre reaccionan ocho moléculas de dióxígeno formando ocho moléculas de dióxido de azufre.



Cualitativa: El magnesio sólido reacciona con el dióxígeno gaseoso produciendo óxido de magnesio sólido. Esta reacción es exotérmica.

Cuantitativa: Por cada dos átomos de magnesio reacciona una molécula de dióxígeno formando dos entidades elementales de óxido de magnesio.⁵

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Escribe las ecuaciones químicas de las reacciones químicas representadas a continuación mediante esquemas con palabras.
 - a) $\text{dioxígeno} + \text{lito} \longrightarrow \text{óxido de lito}$
 (gas) (sólido) (sólido)
 - b) $\text{dioxígeno} + \text{dinitrógeno} \longrightarrow \text{monóxido de nitrógeno}$
 (gas) (gas) (gas)
2. ¿Cómo podrías argumentar el cumplimiento de la ley de conservación de la masa en cualquier reacción química?
3. ¿Explica la causa de que la suma de las masas de las sustancias reaccionantes sea igual a la suma de las masas de las sustancias productos en una reacción química.

⁴ Cada entidad elemental está formada por iones positivos o cationes e iones negativos o aniones en una proporción determinada.

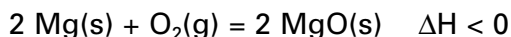
⁵ Cada entidad elemental de óxido de magnesio está constituida por un ion óxido, O^{2-} , y un ion magnesio, Mg^{2+} .

4. Escribe las ecuaciones químicas correspondientes a las reacciones químicas que se describen a continuación, que ocurren con desprendimiento de energía mediante calor.
- En la combustión de carbono en atmósfera de dioxígeno se produce dióxido de carbono.
 - El gas metano (CH_4), principal componente del gas natural, arde en atmósfera de dioxígeno formando dióxido de carbono y agua.
 - a) ¿Qué tipo de combustión se produce en cada caso?
 - b) ¿Qué otras sustancias se formarían si la combustión del metano ocurre en atmósfera deficiente de dioxígeno? Argumenta.
 - c) ¿Cuáles son las desventajas de los procesos de combustión? Valora sus efectos sobre el medio ambiente y menciona las medidas más eficientes que acomete el hombre para disminuirlos.

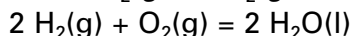
7.5 Obtención de óxidos. Reacciones de oxidación-reducción

La mayoría de los óxidos pueden obtenerse por reacción directa del metal o del no metal con el dioxígeno.⁶ Este proceso puede realizarse en el laboratorio y en muchos casos ocurre de forma natural en la naturaleza.

Ejemplos de reacciones de obtención de los óxidos metálicos:

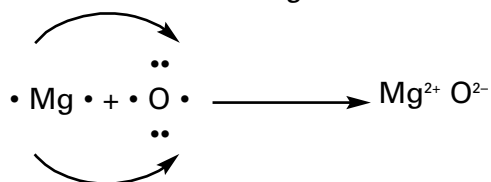


Ejemplos de reacciones de obtención de dos óxidos no metálicos:



En la primera de las reacciones químicas representadas, tanto los átomos que forman la red metálica del magnesio como los átomos de oxígeno en las moléculas de dioxígeno son neutros. En cambio, la sustancia producto, óxido de magnesio, está constituida por iones óxido, O^{2-} , e iones magnesio, Mg^{2+} .

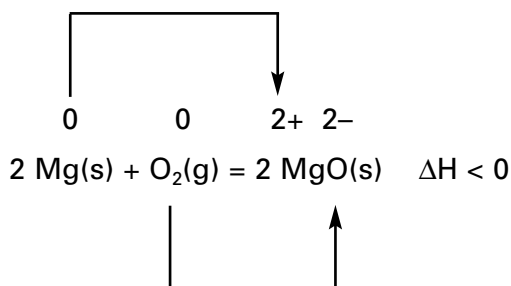
Si se tienen en cuenta los valores de electronegatividad de los átomos de magnesio (1,2) y del oxígeno (3,5), es posible entender que este último atrae fuertemente los electrones del enlace y que en la reacción ocurre una transferencia de electrones de los átomos de magnesio a los de oxígeno.



Esta transferencia de electrones se hace evidente cuando se analizan las variaciones de los números de oxidación de los elementos químicos en esta reacción. Para ello es necesario recordar también que en las sustancias simples el número de oxidación de cualquiera de sus átomos es cero.

⁶ Los óxidos de los elementos químicos de los grupos VII A y I A, excepto el litio, no pueden obtenerse por reacción directa con el dioxígeno.

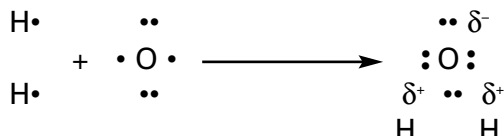
Aumentó el número de oxidación



Disminuyó el número de oxidación

De manera que en esta reacción ocurrió una pérdida y ganancia de electrones; los átomos de magnesio perdieron cada uno dos electrones y cada uno de los átomos de oxígeno lo ganaron.

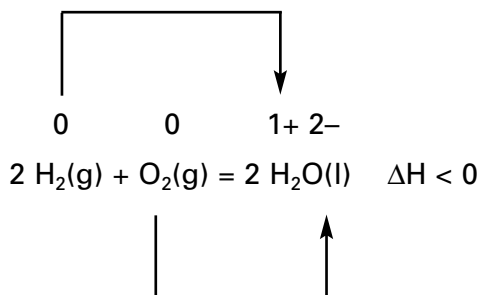
En todas las reacciones de obtención de óxidos a partir del dioxígeno con otra sustancia simple, el cambio químico se produce por desplazamientos de electrones (total o parcial). En unos casos, como el anterior, ocurre una transferencia de electrones de unos átomos a otros, formándose los respectivos iones. En otros casos, la diferencia de electronegatividad entre los átomos es más pequeña y resulta la formación de un enlace covalente polar, donde se produce una pérdida y ganancia aparente de electrones. Por ejemplo:



En la molécula de agua los electrones del enlace son más atraídos por los átomos de oxígeno (ganancia aparente de electrones) y, por tanto, menos atraídos por los átomos de hidrógeno (pérdida aparente de electrones).

También en este caso la variación de los números de oxidación revela los desplazamientos electrónicos que tienen lugar.

Aumentó el número de oxidación

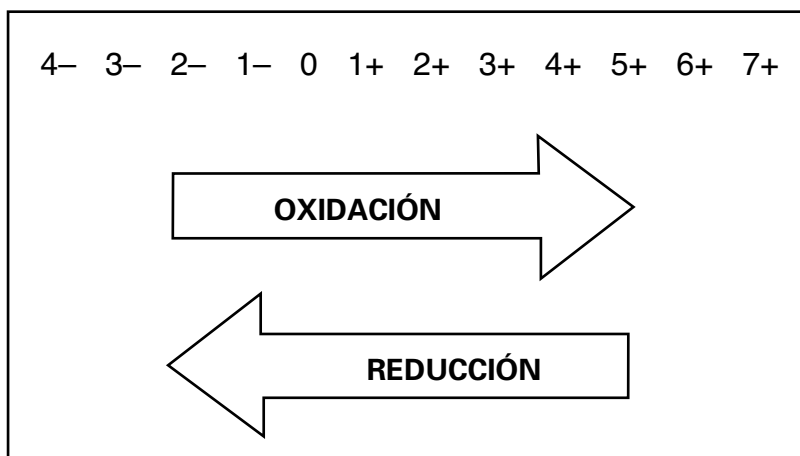


Disminuyó el número de oxidación

La pérdida real o aparente de electrones se denomina *oxidación* y provoca un aumento en el número de oxidación.

La ganancia real o aparente de electrones recibe el nombre de *reducción* y provoca una disminución en el número de oxidación.

En el esquema siguiente se ilustra la variación de los números de oxidación en los procesos de oxidación y de reducción.



Un cambio en los números de oxidación en dirección hacia la derecha en la escala indica oxidación y un cambio hacia la izquierda indica reducción.

La oxidación y la reducción son procesos contrarios indisolublemente unidos que tienen lugar simultáneamente.

Es evidente que cuando un átomo pierde electrones es necesario que otros átomos los ganen.

Las reacciones químicas que ocurren con pérdida y ganancia (real o aparente) de electrones, que trae como consecuencia una variación en el número de oxidación, se denominan reacciones de oxidación-reducción o reacciones redox.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Identifica en los siguientes experimentos en qué caso ocurre una reacción química y argumenta tu respuesta.

- Si se calientan 3 g del metal cobre sólido en dióxígeno, al cabo de cierto tiempo el metal se cubre de una sustancia de color negro y se desprende energía mediante calor.
- Al añadir 2,5 g de cloruro de sodio sin impurezas a 1 L de agua y agitar, se obtiene un sistema de aspecto homogéneo. Al darle calor se produce el desprendimiento de abundante gas y queda un sólido blanco en el fondo del recipiente.
- Al calentar 0,1 g de octazufre en el aire se observa una llama azul.
 - a) Representa la ecuación química de cada una de las reacciones químicas.
 - b) Identifica las sustancias productos y reaccionantes en cada caso.
 - c) ¿Qué información cualitativa y cuantitativa expresa cada una de las ecuaciones químicas representadas?
 - d) Determina los números de oxidación de cada elemento químico en las sustancias y di si en las reacciones ocurre la oxidación y la reducción.

2. El óxido de bario puede obtenerse por reacción directa de las sustancias simples que lo forman.
 - a) Escribe la ecuación química de esta reacción.
 - b) ¿Qué sustancia se ha oxidado en esta reacción?
3. Di si en la reacción química que ocurre en el proceso de respiración ocurre una oxidación-reducción. Argumenta a partir de los cambios que ocurren en el dioxígeno en la reacción.
4. Escribe las ecuaciones químicas correspondientes a la reacción del dioxígeno en el proceso representado.

$$\text{C} \longrightarrow \text{CO} \longrightarrow \text{CO}_2$$
 - a) ¿Cuáles son las condiciones necesarias para que ocurra la combustión completa en estos casos?
 - b) ¿Podría el CO_2 seguir reaccionando con el dioxígeno? Argumenta.
 - c) El CO_2 no arde, ni mantiene la combustión, o sea, es incombustible. ¿Cómo el hombre utiliza esta propiedad?

7.6 Recursos naturales minerales metálicos y no metálicos

En la naturaleza se encuentran, entre otras, algunas sustancias que constituyen los recursos minerales. Estas se originan de forma natural, por diferentes reacciones químicas en las que tiene una acción determinante el dioxígeno, por lo que los óxidos se encuentran entre los recursos naturales minerales más abundantes.

Entre los recursos más utilizados actualmente por la humanidad están los recursos minerales. En nuestro país se definen que son todas las concentraciones de minerales (sólidos y líquidos) que existen en el suelo y en el subsuelo del territorio nacional, así como en el fondo marino y el subsuelo de la zona económica de la República. Estos no se regeneran en corto tiempo al ser utilizados, pues requieren de miles de años para su formación, es decir, son *recursos no renovables*.

En la naturaleza se conocen miles de minerales, y todavía se siguen descubriendo otros nuevos. Solamente unos pocos de ellos componen la mayor parte de la corteza terrestre. Entre los recursos minerales esenciales para el desarrollo económico de los países encontramos los minerales metálicos y los no metálicos.

La clasificación de los recursos minerales en metálicos y no metálicos se basa en el criterio de uso industrial. Las modernas clasificaciones mineralógicas se fundamentan en la composición química y en la forma en que cristalizan⁷ los minerales.

Recursos minerales metálicos

Los yacimientos minerales metálicos se emplean en la industria para obtener el metal correspondiente al elemento metálico que lo compone. En la siguiente tabla se muestran algunos de ellos.

⁷ Solidificación con estructuras cristalinas.

Mineral metálico	Composición	Uso: obtener el metal
Hematita	Fe ₂ O ₃	Fe
Casiterita	SnO ₂	Sn
Cuprita	Cu ₂ O	Cu
Cincita	ZnO	Zn
Bauxita	Al ₂ O ₃ · nH ₂ O	Al
Pirolusita	MnO ₂	Mn
Uraninita ⁸	UO ₂	U

Existen otros minerales metálicos que por su composición química son sustancias simples, como el oro, la plata y el cobre; y otros que por su composición química no son óxidos, como la pirita, la zeolita y la calcita.

Cuando el magma se solidifica e intervienen procesos físicos y químicos, se forman yacimientos de minerales metálicos. La forma más usual se presenta en los *filones*,⁹ estructuras plegadas tectónicamente activas.

Entre los principales recursos minerales metálicos se encuentran algunos minerales de hierro, que constituyen la base para la elaboración del acero, que es un indicador del grado de desarrollo de un país. Otros importantes son algunos minerales del níquel, cobre, manganeso y cromo, que se utilizan como *metales de aleación*¹⁰ y la bauxita¹¹ para producir aluminio.

Los yacimientos de minerales de hierro se encuentran dispersos en el mundo debido a las condiciones en que fueron originados, como se puede observar en el Atlas, mapa Industria y Minería. Las principales áreas son: Península del Labrador (Canadá), Apalaches (EE. UU.), Cerro Bolívar (Venezuela), Minas Gerais (Brasil), Kiruna (Suecia), Rhur (Alemania), Urales (Rusia), Krivoi (Ucrania) y Manchuria (China). Entre los primeros productores se encuentran China, Brasil, Australia, Rusia e India.

El comercio de estos minerales se caracteriza por su gran volumen de exportación (más del 79 %). Los grandes consumidores son los países desarrollados, como EE. UU., Reino Unido y Japón, los cuales tienen la tecnología, la industria y el poder financiero necesario para procesarlo. El mundo subdesarrollado es abastecedor de la materia prima mediante las grandes empresas transnacionales.

Los yacimientos de minerales de níquel son menos abundantes en la naturaleza. Las áreas donde estos se encuentran son: zona norte de Canadá, zona

⁸ Mineral radiactivo.

⁹ Filones: Depósito mineral caracterizado por su escaso espesor.

¹⁰ Metales de aleación: Comprende un grupo importante de metales, cuyo uso principal, aunque no único, es mezclarlo con el hierro o con otras sustancias para obtener diferentes aceros.

¹¹ En realidad es una roca formada por la mezcla de tres minerales que constituyen óxidos hidratados de aluminio: hidrargilita, bohemita y diásporo.

de Nicaro-Moa (Cuba) y Murmansk (Rusia). Su producción se concentra en un reducido grupo de países; entre los grandes productores se encuentran: Rusia, Canadá, Australia, Nueva Caledonia e Indonesia.

Nuestro país tiene en su zona oriental (Nicaro-Moa) abundantes reservas de este mineral, el cual está asociado al hierro y al cobalto. Antes de 1959 la extracción del mineral estaba bajo el control de empresas norteamericanas, los planes de desarrollo de la producción de níquel después del triunfo revolucionario estuvieron apoyados por los entonces países socialistas, en especial la URSS (Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas), hasta 1991. Como resultado de la desintegración de la URSS, la producción se ve afectada de manera considerable. Debido a la necesidad de insertarnos en un mundo con una economía muy diferente, se aprueba la Ley de Inversiones Extranjeras, lo que facilitó el desarrollo de las empresas mixtas, como es la SHERRIT Inc. de Canadá, vinculada a la producción de níquel, reanimándose la producción progresivamente, al extremo de que hoy el níquel es el principal renglón de exportación cubano.

Su comercialización está controlada fundamentalmente por los EE. UU. Las mayores exportaciones se realizan de Canadá hacia los EE. UU. y a la Unión Europea (UE). Los grandes importadores y consumidores de níquel son EE. UU., Japón y Alemania.

Los yacimientos minerales de cobre también se encuentran dispersos geográficamente y las áreas más importantes son: Rocosas (EE. UU.), Andes (Chile, Perú y Bolivia), Urales (Rusia), África Central (Zambia y República Democrática del Congo) y Cordillera Australiana (Australia).

La producción de cobre es inferior, concentrándose en 5 países el 60 % de la producción mundial. Los principales productores son: Chile, EE. UU., Indonesia, Canadá y Australia.

En Cuba la producción de cobre es muy reducida, en 1997 las Minas de Matahambre fueron desactivadas por los especialistas y el gobierno, después de 84 años en explotación.

El comercio de estos minerales de cobre tiene gran importancia por su uso y se desplaza hacia los países desarrollados, que son grandes consumidores, como EE. UU., que controla una parte considerable de las exportaciones de los países de América Latina.

Recursos minerales no metálicos

Los yacimientos minerales no metálicos se emplean en la industria tal y como se encuentran en la naturaleza o para obtener otras sustancias, pero no para obtener metales, aun cuando en su composición pueda existir un elemento químico metálico. Algunos ejemplos se muestran en la siguiente tabla:

Mineral no metálico	Composición	Uso
Cuarzo	SiO ₂	Componentes electrónicos, joyería
Corindón	Al ₂ O ₃	Piedra de esmeril, abrasivos

En la corteza terrestre los minerales no metálicos tienen un desarrollo mucho más amplio que los minerales metálicos, ya que se forman en las más diversas condiciones geológicas, por lo que su distribución no está restringida a estructuras específicas. En mayor o menor proporción están presentes en las rocas magmáticas metamorfozadas y sedimentarias, originadas durante el proceso de formación y consolidación de la corteza terrestre.

Estas rocas y minerales se emplean industrialmente en diversas ramas económicas y se denominan también materias primas no metálicas, las que se pueden emplear directamente, es decir, en su forma natural, no requieren de tratamiento metalúrgico, de ellas no se pueden extraer metales, aun cuando en su composición existan elementos químicos metálicos.

Estos minerales son fundamentales para el desarrollo económico de los países, como por ejemplo, los utilizados como materiales de construcción (calizas, arcillas, mármoles, marga, dolomita, caolín, yeso, zeolita, entre otros, aunque en estos casos, por su composición, no son óxidos), en cerámica, cemento, vidrio-ótica, electrónica, joyería, agricultura, etcétera.

La zeolita fue llamada mineral del siglo xx por sus múltiples usos a escala mundial. Esta roca se encuentra en todos los continentes, por lo que es utilizada considerablemente en muchos países. Existen grandes reservas de zeolita en Francia y Australia y en continentes como Asia y América del Sur su localización geográfica es amplia. En Cuba se han investigado sus propiedades y aplicaciones.

En Cuba también se localizan estos minerales; las rocas calizas, las margas, las areniscas, los conglomerados, las arcillas, el granito son muy abundantes en todo el territorio nacional y constituyen un importante recurso natural utilizado para el desarrollo constructivo del país y como materias primas para diferentes industrias.

Las rocas magmáticas o ígneas encierran valiosos recursos minerales, como el cobre, el manganeso, el hierro, el níquel y el cobalto.

Los principales yacimientos lateríticos de Cuba se sitúan predominantemente al norte de Holguín, en las regiones de Moa, Mayarí y Nicaro, constituyendo la principal riqueza mineral del país y una de las mayores reservas de mineral de hierro en el mundo.

Existen grandes yacimientos de zeolita distribuidos por todo el territorio cubano, como en Villa Clara, Jaruco, La Habana, Najasa, Camagüey y Holguín. Se utiliza en diversas ramas de la economía, por ejemplo, en la refinación del petróleo, la agricultura, la producción de cemento especial, la construcción, como piedra ligera, la alimentación del ganado, como aditivo en los piensos, la descontaminación de los residuos radiactivos, la purificación de las aguas residuales, de gases y líquidos, el mejoramiento de los suelos erosionados y la medicina.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Realiza la lectura del capítulo 10 del libro *Geología de Cuba para todos* y compara las definiciones de: mineral, recursos minerales, depósitos minerales, menas y yacimiento mineral. ¿Qué diferencia existe entre el criterio de clasificación de los óxidos y el de los minerales? Ejemplifica.
2. ¿Qué importancia han tenido los minerales para el desarrollo de la humanidad? Argumenta.

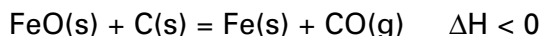
3. Localiza en un mapa los yacimientos minerales más importantes de Las Américas. Auxílate del Atlas o consulta la bibliografía en los medios tecnológicos a tu disposición.
 - a) Investiga cuáles de estos yacimientos pudieran ser de óxidos.
 - b) Investiga la relación de estos con el desarrollo de cada país y establece la relación productor-consumidor.
 - c) Valora el empleo por gobiernos inescrupulosos de minerales de uranio como la uraninita para fabricar armas de exterminio masivo como las de uranio empobrecido.
4. Investiga, utilizando los medios tecnológicos a tu disposición, acerca de uno de los métodos utilizados en la industria para separar la mezcla de mineral útil y los restos de otros (ganga) que se presentan en la roca triturada.
5. En nuestro país existen numerosas instituciones científicas dedicadas a la investigación geológica y al estudio de yacimientos minerales.
 - a) Investiga cuáles son algunas de estas instituciones y qué personalidades científicas cubanas se destacan por los aportes realizados.
 - b) Valora las cualidades éticas de los científicos cubanos dedicados a la investigación científica.
 - c) Investiga si en tu localidad existe algún centro de explotación, procesamiento o investigación de minerales.

7.7 Aplicaciones de los óxidos

Entre los recursos naturales minerales metálicos y no metálicos se encuentran óxidos que tienen gran importancia para el hombre, como ya se estudió. Las aplicaciones de los óxidos, al igual que la de todas las sustancias, dependen de sus propiedades.

Los minerales metálicos que constituyen óxidos, por ejemplo la pirolusita (MnO_2), casiterita (SnO_2), cincita (ZnO), cuprita (Cu_2O), con características iónicas en su estructura, son utilizados en la industria para obtener el metal correspondiente por la propiedad que poseen de reducirse.

Prácticamente en todo el mundo, la casi totalidad del hierro se obtiene por reducción de óxidos de hierro con carbón de piedra o coque, empleado como combustible en los denominados altos hornos. En este proceso, la facilidad para oxidarse del monóxido de carbono que se forma de la reacción de combustión del carbón de piedra utilizado, favorece la reducción de los óxidos metálicos.



Además de la aplicación de los óxidos como minerales metálicos para la obtención de metales, otros óxidos como minerales no metálicos tienen múltiples usos, dados por la variedad de propiedades que presenta cada uno de ellos. Por ejemplo, la elevada temperatura de fusión del óxido de magnesio permite su utilización en la fabricación de materiales refractarios.

El dióxido de carbono, de estructura molecular, por su incombustibilidad y su mayor densidad respecto al aire, unido a que puede licuarse por compresión

a temperatura ambiente y conservarse en recipientes de acero, permite su empleo en los extintores de incendio.

El dióxido de silicio, de estructura covalente atómica, forma el mineral cuarzo, muy poco reactivo, muy duro y prácticamente insoluble en agua. Las variedades amorfas en las rocas silíceas son ampliamente utilizadas en la construcción y en las industrias del vidrio y de la porcelana. Las variedades cristalinas, por su elevada dureza y propiedades piezoeléctricas, son empleadas en la industria electrónica para fabricar determinados dispositivos y componentes para relojes y computadoras, entre otros equipos. En joyería son utilizadas algunas variedades como piedras preciosas por los colores que poseen debido a ligeras impurezas, como amatista, venturina, ágata, jaspe y pedernal, entre otras.

El óxido de aluminio constituye el mineral corindón, el que, debido a su extraordinaria dureza, tiene aplicación como material abrasivo. Se emplea en la fabricación de discos de esmeril, papel de lija y polvos para pulir. En la naturaleza existen variedades cristalinas transparentes y en colores que se utilizan también en joyería como piedras preciosas, por ejemplo, el rubí y el zafiro.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Resume en un cuadro las aplicaciones de algunos óxidos, estableciendo la relación estructura-propiedad-aplicación.
2. El cuarzo es un mineral no metálico de extraordinaria importancia para el hombre.
 - a) Representa su composición química y menciona al menos dos de sus aplicaciones.
 - b) Observa la figura 3.6 del libro *Química Parte 1 Secundaria Básica* y di en qué propiedad se basa cada una de las aplicaciones que has mencionado.
 - c) Investiga cuáles son algunos de los países de mayores reservas de cuarzo en el mundo.
3. ¿Cuál es el fundamento químico de obtención de metales a partir de los óxidos que constituyen minerales metálicos?
4. En la planta niquelífera René Ramos Latour de Nicaro, Holguín, en una de las fases¹³ se someten los óxidos correspondientes a un proceso de reducción. En los hornos se utiliza como reductor el llamado “gas de agua” o “gas pobre”, entre cuyos componentes se encuentran el dihidrógeno y el monóxido de carbono. Entre las reacciones que se llevan a cabo se encuentran las siguientes:
 - Óxido de níquel (II) sólido con monóxido de carbono gaseoso, produciendo níquel sólido y dióxido de carbono gaseoso.
 - Óxido de cobalto (II) sólido con monóxido de carbono gaseoso, produciendo cobalto sólido y dióxido de carbono gaseoso.
 - a) Representa las ecuaciones químicas correspondientes a estas reacciones y calcula el número de oxidación de los elementos químicos en cada sustancia.
 - b) ¿Cuáles son las sustancias que se reducen y cuál se oxida?

¹³ Fase de sintetización del proceso en el que se aumenta el contenido de metales, que aunque muy impurificados en la mezcla de óxidos, lo hace más valioso.

5. El cromo puede obtenerse en un proceso industrial conocido como aluminotermia, en el cual el óxido de cromo (III) reacciona con el aluminio para obtener el metal correspondiente.
- Representa la ecuación química de esta reacción.
 - Calcula los números de oxidación de cada elemento químico.
 - Di si la reacción es redox o no redox. Argumenta.

7.8 Los óxidos y el medio ambiente

La necesidad de proteger el medio ambiente es un problema actual de primer orden y de carácter mundial. Entre los principales agentes que contaminan nuestro planeta se encuentran los óxidos siguientes: dióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO_2) y óxidos del nitrógeno.

Dióxido de carbono

El dióxido de carbono es un gas más denso que el aire y uno de los productos de la combustión de las sustancias que contienen al elemento carbono.

A primera vista pudiera pensarse que no es un agente contaminante, pues no tiene propiedades que sean consideradas tóxicas para los seres humanos. Además, las plantas crecen mejor si hay dióxido de carbono en concentraciones superiores a las normales. Ellas absorben millones de toneladas de este gas de la atmósfera y al reaccionar con el agua que reciben por la raíz durante el proceso de la fotosíntesis, lo transforman en glucosa y dioxígeno, con lo cual se purifica el aire. No por gusto se dice que los bosques son uno de los pulmones planetarios.

Sin embargo, un aumento del dióxido de carbono en la atmósfera de nuestro planeta es un peligro potencial determinado por el llamado *efecto invernadero*. ¿En qué consiste?

Por ejemplo, al entrar en un auto que haya permanecido al sol con las ventanillas cerradas por algún tiempo, se siente una temperatura mucho más elevada que en el exterior. Este efecto es el resultado de que la energía solar en forma de radiaciones luminosas atraviesa el vidrio de las ventanillas y del parabrisas del auto. En el interior todos los objetos absorben estas radiaciones, que después son emitidas como energía calorífica, y esta energía calorífica irradiada no puede pasar al exterior a través del vidrio del auto, por lo que la temperatura interior se incrementa.

El efecto antes descrito es aprovechado fundamentalmente en los países fríos para la construcción de locales cerrados con vidrios en los que se cultivan plantas que no resisten bajas temperaturas. A estos locales se les denomina *invernaderos* o *invernáculos*.

El dióxido de carbono de la atmósfera actúa de forma similar al vidrio de un invernadero. La luz ultravioleta y la visible que llegan a nuestro planeta pueden pasar a través de la atmósfera, son absorbidas por la superficie de la Tierra y posteriormente emitidas en parte como radiaciones infrarrojas. Esta radiación es absorbida por el dióxido de carbono de la atmósfera, aumentando la temperatura, en lugar de permitir que se irradie al espacio.

Se ha estimado que, como promedio, la temperatura sobre la superficie de la Tierra sería aproximadamente 40 °C más baja si no existiera el efecto invernadero. Este es, sin lugar a dudas, su aspecto positivo.

Sin embargo, este efecto tiene una acción muy dañina, pues poco a poco puede destruir la naturaleza: el clima, la diversidad biológica, los equilibrios ecológicos, el aire, el agua.

Un aumento indiscriminado del dióxido de carbono en la atmósfera, debido a reacciones de combustión en industrias, vehículos automotores, etc., así como prolongadas sequías y la acción devastadora del hombre en la tala de árboles, entre otros factores, provoca la elevación de la temperatura promedio del planeta, de lo que pueden derivarse desastres tales como la fusión de los casquetes polares, la elevación del nivel de los océanos y del mar, que provocarían numerosas precipitaciones, inundaciones, olas gigantescas como las que dan lugar a los *tsunamis*; ciclones y huracanes más violentos; frecuentes olas de calor, todo lo cual atenta contra la vida del hombre, las plantas, los animales y demás especies.

Así, hay zonas geográficas, como el Amazonas, donde su larga sequía y la deforestación, consecuencia de la falta de agua, destruyeron un número considerable de árboles y causaron, por una parte, que este pulmón planetario no pudiera filtrar el dióxido de carbono que congestiona la atmósfera terrestre y, por otra, que lanzara a esta millones de toneladas de gases causantes del efecto invernadero.

Para comprender mejor esta realidad debe tenerse en cuenta que los árboles que mueren por las sequías, al descomponerse, emiten a la atmósfera todo el dióxido de carbono que han absorbido durante sus largos años de vida. De manera que la sequía puede provocar un efecto sobre la atmósfera equivalente al que resulta anualmente de las deforestaciones en beneficio de las actividades agrícolas en todo el mundo.

Esta situación, según los científicos, es doblemente preocupante, por cuanto la zona amazónica ha dejado de absorber dióxido de carbono en grandes cantidades y al mismo tiempo ha emitido mucho más, con lo cual ha contribuido al calentamiento global y a una aceleración del cambio climático. Es decir, estos “pozos de carbono” no solo se han reducido, sino que también están funcionando al revés.

Una de las predicciones más alarmantes es que el 2009 estará entre los cinco años más cálidos de los que se tiene registro histórico, pues la temperatura promedio se incrementará en 0,44 °C por encima de la media oficial reconocida desde la década de los años sesenta, o en 0,2 °C con respecto a la última década del milenio anterior, como consecuencia de la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera. Incluso se pronostica que la temperatura en la Tierra aumentará entre 1,8 °C y 4 °C hasta finales del siglo. Esto confirma el lento pero constante aumento de las temperaturas en el planeta, que pueden alcanzar niveles peligrosos para la vida en la medida que transcurra el tiempo.

Otros datos impresionantes son que los glaciares del Himalaya perdieron el 21 % de la superficie desde el año 1962, además de que no se descarta que el hielo se derrita totalmente en el Polo Norte cuando concluya este siglo, si no se controlan las emisiones de estos gases a la atmósfera.

Lo antes expuesto demuestra la necesidad imperiosa de tomar medidas para reducir esas emisiones en el mundo. De lo contrario, los científicos con-

sideran que un incremento de las temperaturas superior al 2 % podría conducir, incluso, a guerras en torno a recursos como el agua, que escasearía más; a una caída de la producción agrícola y a la difusión de enfermedades como el paludismo y el dengue. Además, se extinguirían numerosas especies de plantas y animales, entre ellos los osos polares y los pingüinos emperadores.

El hecho de que todas las especies biológicas estén en riesgo de desaparecer por los cambios climáticos ha preocupado a todo el mundo. Por esa razón, la mayoría de los países, se exceptúan Estados Unidos y otros, ha firmado el Protocolo de Kyoto sobre el control de las emisiones de dióxido de carbono y otros gases del efecto invernadero.

Sin embargo, es bien conocido que estos esfuerzos no son suficientes. El ser humano es el único culpable del cambio climático, de esta catástrofe. Las sociedades de consumo son las principales responsables de la destrucción del medio ambiente, en particular, de que cada vez se sature más la atmósfera con esos gases, de la destrucción de la capa de ozono, del envenenamiento de mares y ríos, de la desaparición de bosques, de que las zonas desérticas aumenten, de la extinción de diversas especies, en fin, de la contaminación del aire, la tierra y las aguas y del constante peligro de muerte.

Es imprescindible una batalla científica y ética internacional para combatir la amenaza de destrucción ecológica de nuestra "casa grande": el planeta Tierra. No queda otra alternativa que disminuir rigurosamente las emisiones de gases de efecto invernadero para contrarrestar el calentamiento global, disminuirlo a 2 °C.

Cuba es uno de los pocos países del mundo cuyas emisiones de estos gases son tan ínfimas que no provocan afectaciones de ningún tipo.

Monóxido de carbono

El monóxido de carbono es un gas incoloro, inodoro, insípido y sumamente tóxico. Se produce en la combustión incompleta de los hidrocarburos y de otras sustancias que contienen carbono. Es uno de los gases de escape de los automóviles.

Cantidades relativamente pequeñas de esta sustancia en el aire pueden provocar la muerte, ya que al ser respirado reacciona con la hemoglobina de la sangre, interfiriendo la función transportadora del dioxígeno, por lo que las células mueren. Esta sustancia está presente en el humo del tabaco y contribuye a su elevada toxicidad.

Dióxido de azufre

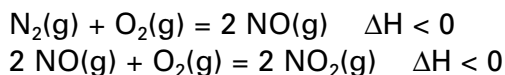
El dióxido de azufre es uno de los contaminantes más dañinos del aire. Es un gas incoloro, tóxico, de olor sofocante. Sobre todo, es el causante de la destrucción de la vegetación en zonas industriales en las que se queman combustibles que tienen un elevado contenido de impurezas de azufre o en las que es un producto residual del proceso.

Óxidos del nitrógeno

El monóxido de nitrógeno (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO₂) son agentes contaminantes del medio ambiente que se producen al quemar combustibles fósiles en termoeléctricas, industrias y los motores de combustión interna. Los

efectos de estos óxidos pueden ir desde un olor desagradable que irrita las vías respiratorias, hasta serias complicaciones pulmonares y la muerte.

Estos óxidos son sustancias claves en la cadena de reacciones químicas que producen el llamado *smog* de las ciudades. Dos de las reacciones que dan lugar al denominado *smog* se representan a continuación.



La primera de estas reacciones ocurre en los motores de combustión interna y la segunda, al pasar el monóxido de nitrógeno a la atmósfera.

El dióxido de nitrógeno producido en la segunda de estas reacciones desencadena otras reacciones también productoras de contaminantes, como el ozono (O_3), que puede ser peligroso para la salud, provocando irritación en la nariz, los ojos y la garganta.

Conocer los contaminantes del medio ambiente y su efecto nocivo sobre los seres humanos, las plantas, los animales y el clima constituye solo el primer paso para lograr vías efectivas en su control y eliminación.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Argumenta, relacionándolo con la formación o destrucción de esta sustancia en las esferas geográficas, el planteamiento siguiente: “El ozono tiene una acción útil y otra dañina en nuestro planeta. Todo depende de dónde se encuentra, a nivel de capas altas de la atmósfera o a nivel del suelo”.
2. Establece una comparación entre el CO y el CO_2 en cuanto a sus efectos dañinos y favorables para el hombre.
3. Observa en la sección de videos del software educativo *La naturaleza y el hombre* de la colección El Navegante, la acción del CO_2 en la atmósfera en el efecto invernadero e investiga en las enciclopedias u otras fuentes bibliográficas a tu disposición, en qué consiste este y qué influencia tiene el incremento de la concentración de este gas. ¿Cómo puedes justificar que la acción del CO_2 en el organismo humano no es venenosa?
4. Valora los aportes de la ciencia y la tecnología al construir las chimeneas para expulsar gases a mayores alturas y crear dispositivos que permitan oxidar el monóxido de carbono de los gases de escape de los automóviles a dióxido de carbono.

Propón algunas acciones que realmente deben ser acometidas por el hombre para evitar la contaminación ambiental y el incremento del efecto invernadero.

7.9 Principales daños que se producen en la explotación de los recursos naturales minerales

Los recursos minerales metálicos y no metálicos han sido de gran utilidad para la humanidad desde tiempos remotos. Hoy poseen una enorme importancia en la industria, por ejemplo, en la metalúrgica, la eléctrica, la química, la

aeronáutica, la automovilística, la fabricación de maquinarias agrícolas, etc. No obstante, presentan efectos negativos en su utilización.

La prospección, exploración, explotación y aprovechamiento de los recursos minerales plantean problemas generales, entre ellos, y el más significativo, es el agotamiento de yacimientos y el aumento de la desproporción entre las reservas minerales y las producciones cada vez más pequeñas.

Estos recursos naturales no renovables deben ser explotados de manera controlada, porque además de su agotamiento como reserva natural, en el procesamiento industrial para su aprovechamiento en la obtención de productos útiles al hombre, ocurren daños al medio ambiente.

Los daños ambientales se producen en los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos. Muy significativas resultan las emanaciones de desechos contaminantes a la atmósfera, la hidrosfera y la litosfera, que evidentemente provocan extraordinarias afectaciones en la biosfera, comprometiendo la vida en el planeta y el desarrollo sostenible.

La extracción y el empleo de los recursos minerales en el medio ambiente ocasionan considerables trastornos. Por ejemplo, cuando se hacen las extracciones de minerales a cielo abierto, se forman en la superficie los denominados “paisajes lunares”, llamados así por el grado de desolación que presentan los territorios, semejantes a la superficie de la Luna, así como los altos riesgos para la vida de los trabajadores mineros por accidentes y las afectaciones a la salud.

Las emanaciones de gases de efecto invernadero en las producciones industriales contribuyen al incremento de este efecto y provocan el recalentamiento global, que determina el cambio climático que tantas consecuencias negativas provoca.

Los problemas ambientales deben ser analizados desde el nivel global hasta el local, donde se puede actuar a diario directamente, acción que requiere elevar la responsabilidad colectiva e individual.

A nivel global, los problemas a los que contribuyen los daños de la explotación de recursos minerales son: la degradación de los suelos, la deforestación, la contaminación ambiental, el agotamiento de la capa de ozono, el cambio climático, la pérdida de la diversidad biológica y los problemas de la población, fundamentalmente.

En Cuba, el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) identifica los principales problemas ambientales en el país, en los que de manera directa o indirecta pueden incidir los efectos de la industria. Se reconocen como problemas: la degradación de los suelos, las afectaciones a la cobertura forestal, la contaminación, la carencia de agua y la pérdida de la diversidad biológica.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Localiza en el mapa las principales zonas mineras de Cuba y menciona qué efectos pueden ocasionar los procesos de explotación de minerales en estos lugares.
2. Valora los efectos de la explotación de recursos minerales en países desarrollados y subdesarrollados.

3. Investiga sobre algunas de las enfermedades causadas por la explotación de minerales.
4. Reflexiona en tu colectivo qué valores debe fomentar la escuela en las jóvenes generaciones para contribuir al desarrollo sostenible.

7.10 Medidas que toma el hombre para minimizar los daños que se producen en la explotación de los recursos naturales minerales

En la corteza terrestre existen cantidades finitas de minerales metálicos y no metálicos que pueden ser aprovechados por el ser humano, pero son extraordinarios los daños que este provoca en la explotación de los mismos. La disponibilidad limitada implica la necesidad de buscar sistemas de reciclado de materiales, de ahorro y alternativas a su uso, y de producción con el mínimo de riesgos, especialmente en el caso de los combustibles, que no pueden ser reciclados, que no comprometan el desarrollo y la calidad de vida de la sociedad.

Diversas son las medidas que aplica el hombre para evitar los daños al medio ambiente y propiciar un desarrollo sostenible, entre ellas:

1. Toma de conciencia por parte de los gobiernos en la explotación racional y planificada de los yacimientos.
2. Aplicación consecuente de los adelantos de la ciencia y la técnica.
3. Tratamiento y control de residuos nocivos.
4. Lograr procesos de producciones limpias a partir del uso de los subproductos.
5. Aplicación de monitoreos sistemáticos de los riesgos ambientales que provoca el proceso productivo.
6. Acometer procesos de rehabilitación de áreas en explotación.
7. Sensibilización de los trabajadores que participan en estos procesos para el logro de la aplicación de medidas de seguridad.

Es bueno destacar que no solo deben ser atendidos los daños por la explotación de los recursos minerales metálicos y no metálicos, sino que la solución de los principales problemas ambientales debe ser vista con un enfoque sistémico e integrador y no como solución aislada de cada uno de ellos, pues se concatenan en sus consecuencias y efectos sobre el principal componente del medio ambiente: el hombre. Deben ser acometidos de forma gradual para minimizarlos y evitarlos.

Internacionalmente se realizan esfuerzos para lograr minimizar los daños al medio ambiente, asumiendo acciones responsables con la realización de convenciones internacionales. Sin embargo, no todos los países se involucran con la misma responsabilidad.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Realiza la lectura del capítulo 12 del libro *Geología de Cuba para todos* para conocer lo dispuesto en la Ley de Minas, aprobada en 1995 en nuestro país.

2. Consulta los documentos de la Ley 81 de la Constitución de la República, Capítulo II, Artículo 8, en el libro *Temas de Geografía de Cuba* de 9no. grado y resume los conceptos básicos relacionados con la protección del medio ambiente.
3. Menciona algunas de las convenciones internacionales realizadas a favor de la protección del medio ambiente. Valora la posición de Cuba y otros países en estos, tomando como ejemplo la posición de EE. UU. al no firmar el Protocolo de Kyoto.
4. Consulta los documentos de la Estrategia Ambiental Nacional del CITMA, páginas 28-35, en el libro *Temas de Geografía de Cuba* de 9no. grado con el fin de ampliar tus conocimientos acerca de la estrategia para minimizar los principales problemas ambientales en nuestro país.

CAPÍTULO 8

Los animales en la naturaleza. Animales no cordados

En el estudio de Ciencias Naturales correspondiente al séptimo grado se pudo conocer la gran diversidad de bacterias, protistas, hongos y plantas que existen en la naturaleza. Ahora en este grado, con el estudio del reino animal, se profundizará aun más acerca de la diversidad del mundo vivo.

Los animales, al igual que todos los organismos vivos, son un producto de la evolución que dura millones de años; es decir, cada uno tiene su propia historia como resultado de la relación con el medio donde se han desarrollado. Debido a esta interacción con el medio se producen variaciones, las que pueden ser beneficiosas o perjudiciales. Si son beneficiosas, el animal conseguirá una ligera ventaja sobre los otros en la lucha por su existencia y tendrá una mayor probabilidad de sobrevivir y reproducir su tipo. Es por ello que las especies que hoy existen no son iguales ni las mismas que existieron millones de años atrás.

8.1 ¿Qué es un animal? Su unidad y diversidad

Los animales, al igual que otros organismos, desde hace mucho tiempo han sido objeto de atención por el hombre, no solo por los beneficios que este obtiene directamente de ellos, tales como alimentos, materiales para la elaboración de vestidos, calzado, medicamentos; sino también por el importante papel que desempeñan en la naturaleza como diseminadores de semillas, controladores biológicos de plagas, como parte constituyente de la cadena de alimentación en la naturaleza y como saneadores del medio.

Los animales poseen una gran diversidad en cuanto a forma, color, tamaño, tiempo de duración, estructuras locomotoras, comportamiento, cubierta del cuerpo, la forma en que se reproducen, que intercambian gases con el medio o se alimentan. Esta gran diversidad les ha permitido adaptarse a diferentes hábitats por lo que se encuentran distribuidos desde los casquetes polares hasta las zonas ecuatoriales, desde las zonas heladas de los sistemas montañosos hasta las llanuras y praderas, y desde las profundidades de los mares hasta los ríos y zonas costeras.

A pesar de la gran diversidad que presentan los animales, ellos poseen características que evidencian unidad y permiten identificarlos en el mundo vivo. ¿Qué es un animal? ¿En qué se diferencian de las bacterias, protistas, hongos y plantas?

Los animales son organismos pluricelulares, con célula eucariota, con abundante citoplasma y un núcleo delimitado por una membrana nuclear, entre otras características.

Estas células, a diferencia de las vegetales, carecen de pared celular y de plastidios y su nutrición es heterótrofa, o sea, tienen que tomar de la naturaleza los alimentos ya elaborados; pero a diferencia de los hongos, que absorben del medio las sustancias alimenticias ya simplificadas, ellos las ingieren y las digieren en el interior del organismo, por lo que la nutrición es heterótrofa ingestiva. Se concluye entonces que: *Los animales son organismos pluricelulares constituidos por células eucariotas, carentes de pared celular y de plastidios, generalmente con nutrición heterótrofa ingestiva y reproducción típicamente sexual.*

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Si los hongos y los animales tienen nutrición heterótrofa, ¿por qué en los hongos es absorptiva y en los animales ingestiva?
2. En una práctica de laboratorio se observaron diferentes organismos pluricelulares, constituidos por células eucariotas, carentes de pared celular, de plastidios y con nutrición heterótrofa ingestiva. Marque con una equis (X) el reino al que pertenecen estos organismos.

____ Hongos ____ Animal ____ Plantas ____ Móneras

8.2 Características de los animales

El nivel de organización es uno de los aspectos en que se manifiesta la diversidad de los animales. La mayoría poseen sistemas de órganos, donde determinados órganos están constituidos por diferentes tejidos asociados y relacionados entre sí y se especializan en la realización de una o varias funciones en el organismo. Este nivel de organización se presenta en la lombriz de tierra, en la rana y en el mismo hombre. Hay casos, como las aguas malas, donde la formación de órganos es muy incipiente, por lo que las funciones se realizan a nivel de tejidos; hay otros casos, como el de las esponjas, que carecen totalmente de tejidos, por lo que las funciones ocurren principalmente a nivel de células especializadas.

Un tejido es un conjunto de células relacionadas entre sí y especializadas en la realización de una o varias funciones en el organismo.

En la mayoría de los animales existen cuatro tejidos básicos: epitelial, conectivo, muscular y nervioso; cada uno de ellos realiza funciones específicas en dependencia de la estructura que poseen y contribuyen al funcionamiento del organismo como un todo.

Los tejidos, además de estar constituidos por las células especializadas, poseen una sustancia intercelular producida por ellas mismas, la que puede ser más o menos abundante. Las características de estos dos componentes están relacionadas con la función que realiza el tejido en el organismo.

El tejido epitelial está formado por una o más capas de células que cubren la superficie externa, así como las cavidades y conductos internos del organis-

mo. Los epitelios constan de células muy unidas entre sí y con muy poca sustancia intercelular. Esta característica está muy relacionada con la función de protección que ellos realizan.

El tejido epitelial tiene otras funciones, por ejemplo: reviste el intestino delgado internamente, tiene función de secreción de sustancias que participan en la digestión de los alimentos y permite el paso de estos a la sangre.

El tejido conectivo está presente en la mayoría de los animales. A diferencia de los epitelios, este se caracteriza por presentar abundante sustancia intercelular con características diferentes en dependencia de la función que realizan en el organismo. Por ejemplo, en el tejido cartilaginoso la sustancia es resistente y elástica y constituye el esqueleto de algunos animales como los tiburones; también se encuentra formando parte de otras estructuras de los animales de mayor complejidad (los cartílagos de las orejas). En el tejido óseo, la sustancia intercelular es muy consistente (función de sostén). En la sangre, la sustancia intercelular es líquida y muy abundante, relacionada esta característica con la función de distribución que ella realiza.

Hay otra variedad de tejido conectivo, el adiposo, que se caracteriza por poseer grandes vacuolas en el interior de sus células donde almacena sustancias de reservas.

El tejido muscular está formado por células delgadas y alargadas en el sentido de la contracción y es la base no solo de la locomoción, sino también de los movimientos de determinados órganos internos, latidos del corazón, propulsión de la sangre y avance de los alimentos a través del tubo digestivo. De acuerdo con la estructura de las células o fibras musculares, el tejido muscular puede ser liso, localizado en las paredes de los órganos internos de muchos animales y sus contracciones son involuntarias. El tejido muscular estriado forma parte de los músculos esqueléticos y se contrae de manera voluntaria. El tejido muscular cardíaco se localiza en el corazón y se contrae involuntariamente.

El tejido nervioso está formado por células muy especializadas llamadas neuronas. Estas células presentan una serie de ramificaciones que son prolongaciones del citoplasma celular y garantizan la función de recibir estímulos y enviar impulsos de una a otra parte del organismo. Es indudable la importancia de este tejido, junto con los órganos sensoriales, en la adaptación de los animales a los cambios del medio ambiente.

La locomoción, la respiración, la excreción, la reproducción, entre otras, son características que están presentes en los animales, aunque la forma en que se manifiestan en cada grupo no es igual, depende de las condiciones y el medio donde ellos se desarrollan y constituyen adaptaciones a este.

Cuando se estudia el movimiento mecánico, lo definen como el cambio de posición de los cuerpos o de sus partes en relación con otro cuerpo. Entonces, la locomoción, que es característica de la mayoría de los animales, es una manifestación del movimiento mecánico, ya que le permite a los mismos cambiar de posición o trasladarse de un lugar a otro en busca de alimentos, pareja, abrigo, o simplemente para defenderse de sus enemigos.

En los animales se presentan diferentes estructuras adaptadas para la locomoción; por ejemplo, la lombriz de tierra la realiza mediante contracciones de la pared de su cuerpo; muchos insectos, las aves y los murciélagos tienen alas adaptadas al vuelo; los peces poseen aletas para la natación, y otros, como las ranas, los lagartos y el propio hombre tienen extremidades adaptadas para la locomoción en la tierra.

La locomoción de los animales y los movimientos o cambios de posición de partes de sus cuerpos, por lo general responden a estímulos procedentes del medio donde ellos viven. Para poder captar esos estímulos, procesarlos y dar una respuesta, es necesaria la presencia de estructuras especializadas en la función de recepción y transmisión de esta información.

El sistema nervioso de los animales presenta diferentes niveles de desarrollo y de especialización, pero en todos los casos contribuye a que los mismos se ajusten y regulen los cambios procedentes del medio externo o interno; en algunos animales no alcanza el nivel de complejidad de sistemas de órganos, y la mayoría de las células nerviosas están distribuidas por toda la superficie del cuerpo formando una red.

En la lombriz de tierra hay concentraciones de células nerviosas formando ganglios en la región anterior del cuerpo y un cordón nervioso ventral del que parten nervios a los diferentes segmentos del animal. En los mamíferos se manifiesta un mayor desarrollo de este sistema; presentan un encéfalo en la cavidad craneana y un cordón nervioso protegido por la columna vertebral; además, poseen nervios y órganos sensoriales especializados, como por ejemplo los de la vista, el olfato, el gusto, la audición, entre otros.

En dependencia de la movilidad de los animales, está la forma en que se disponen los órganos de su cuerpo; a esta disposición se le denomina simetría. Un animal posee simetría cuando al pasar por él un eje imaginario lo divide en mitades simétricas; cuando esto no ocurre así se dice que el animal es asimétrico, como sucede en la mayoría de las esponjas.

Como resultado de la evolución, la mayoría de los animales poseen simetría; esta puede ser radial o bilateral y tiene una gran importancia en la adaptación al medio donde viven.

Las aguas malas tienen simetría radial, ya que su cuerpo está formado por un número de partes semejantes entre sí, que se disponen en forma radial o circular en torno a un eje central imaginario. Este tipo de simetría se presenta generalmente en animales que viven fijos o realizan escasos movimientos locomotores.

Un animal tiene simetría bilateral cuando las partes pares que lo constituyen se disponen simétricamente una a cada lado del cuerpo, quedando dividido en dos mitades similares por un solo y único eje imaginario que lo atraviesa en sentido anteroposterior; ejemplos: el perro, la rana, la mariposa.

Hay otros casos, como la estrella de mar, que poseen simetría radial de forma secundaria en el estado adulto, como una adaptación a su forma de vida; aunque se consideran animales bilaterales, ya que en su fase larval la simetría es bilateral.

En la mayoría de los animales la forma y el sostén del cuerpo se deben a la presencia de un esqueleto. Cuando este se localiza en la superficie externa y recubre al animal total o parcialmente, se le llama exoesqueleto; por ejemplo, en el cangrejo, la langosta, y otros. Cuando las estructuras de sostén se encuentran internamente y rodeadas por tejidos blandos, es un esqueleto interno o endoesqueleto; como el gato, la paloma, el hombre.

Los animales que poseen esqueleto interno, como el tiburón, el caballo, el toro, el perro y otros, son los que alcanzan mayor tamaño. En ellos la armazón del cuerpo se compone de cartílagos, huesos o de ambos, y sirve de inserción de los músculos y como protección de algunos órganos vitales. Además de mantener la configuración general del animal, con sus articulaciones posibilita el movimiento.

Como se conoce, los animales tienen una digestión heterótrofa ingestiva, por lo que para que ocurra la digestión total de los alimentos hasta transformarlos en sustancias asimilables, es necesario que en ellos ocurran cuatro procesos básicos: ingestión, digestión, absorción y egestión.

La ingestión consiste en llevar los alimentos hacia el interior del organismo; durante este proceso los animales pueden auxiliarse de diferentes estructuras, tales como: tentáculos, pinzas, dientes, garras, entre otras, las que le facilitan tomar los alimentos y llevarlos hacia la boca.

Una vez que los alimentos están en el interior del cuerpo, comienza el proceso de digestión, que consiste en la transformación de los mismos en sustancias simples asimilables por el animal. En dependencia del nivel de complejidad, la digestión puede ocurrir directamente en las células o en cavidades especializadas en esta función. En los animales con sistema de órganos ocurre en el tubo digestivo; las sustancias digeridas y asimilables, son absorbidas y pasan a los líquidos circulantes para ser distribuidas por todas las partes del cuerpo. A este proceso se le denomina absorción y los productos finales o desechos son expulsados al exterior mediante el proceso de defecación o egestión. Cuando la digestión ocurre en el interior de las células la digestión es intracelular y es característica de las esponjas, aunque algunos animales pueden tener los dos tipos de digestión como los celenterados.

Atendiendo a la preferencia y al tipo de alimento que incorporan los animales a su dieta, estos se clasifican en: carnívoros, los que se alimentan de carnes; herbívoros, los que lo hacen de hierbas y los omnívoros, consumen indistintamente hierbas y carnes.

Algunos animales parásitos, como la lombriz solitaria, tienen nutrición heterótrofa absorbitiva, ya que como adaptación a la vida parásita los órganos digestivos se han simplificado considerablemente.

La respiración es un proceso que ocurre a nivel celular, donde se libera la energía necesaria para el mantenimiento de la vida de los animales. En dependencia de su nivel de complejidad y del medio donde viven, estos poseen estructuras especializadas en el intercambio de gases, las que garantizan el dioxígeno necesario para la respiración aerobia y la expulsión del dióxido de carbono, producto final de este proceso.

Los animales de vida terrestre realizan el intercambio de gases mediante diferentes estructuras especializadas, como por ejemplo, los pulmones, que están presentes en los reptiles, las aves, los mamíferos; o de las tráqueas, comunes en la mayoría de los insectos. En animales acuáticos, como los peces, el intercambio de gases se realiza a nivel de las branquias. En el caso de las esponjas, las aguas malas y la lombriz de tierra, que no tienen estructuras especializadas para el intercambio de gases, este proceso se realiza a través del fino epitelio o superficie del cuerpo, que está en contacto con el medio externo.

Para el mantenimiento de la vida de los animales, se realizan a nivel celular un grupo de procesos y reacciones químicas, donde se obtienen como productos finales sustancias que no son útiles al organismo, y que tienen que ser eliminadas. A la eliminación de estas sustancias de desechos se le denomina excreción.

Independientemente del nivel de complejidad que puedan alcanzar los órganos excretores, constantemente son transportadas hacia ellos sustancias, tanto útiles, como no útiles, provenientes de diferentes partes del cuerpo. En estos órganos ocurre un proceso de separación de mezclas que se conoce con el nombre de filtración. En la filtración son separadas de los líquidos circulantes

las sustancias de desechos, pero también algunas que son necesarias para el organismo; es por eso que seguidamente a la filtración ocurre un proceso de reabsorción, donde las sustancias útiles pasan de nuevo a la sangre y las de desechos son expulsadas al exterior.

Para el funcionamiento de los animales como un todo, es necesario el transporte de sustancias por todo su cuerpo. Esta función, en la mayoría de ellos, la realiza el sistema circulatorio. Este sistema comúnmente consta de un órgano muscular impulsor, el corazón, y de vasos o vías por donde se mueve el líquido circulante; por ejemplo, la sangre.

En las ranas, los peces, las aves y otros animales, el sistema circulatorio es cerrado, ya que la sangre que sale del corazón, mediante los vasos, intercambia con los tejidos del cuerpo y regresa de nuevo al corazón sin abandonar los vasos. En otros, como la langosta, la araña peluda, el alacrán y la babosa, el líquido circulante sale del corazón mediante vasos, los abandona y se esparce entre los tejidos, con los que intercambia sustancias para luego regresar al corazón; en este caso se dice que el sistema circulatorio es abierto.

Hay otros animales que por su bajo nivel de complejidad estructural, las sustancias solo atraviesan un espacio mínimo del cuerpo y pasan de una célula a otra a través de sus membranas.

La reproducción en los animales es típicamente sexual, es decir, en ella intervienen gametos masculinos o espermatozoides y gametos femeninos u óvulos, los que son producidos por los testículos y ovarios, respectivamente. A la fusión de los gametos masculinos con los femeninos se le denomina fecundación y trae como consecuencia la formación de un huevo o cigoto. A partir de este cigoto se origina el organismo adulto, después de sufrir una serie de cambios y transformaciones que se conocen con el nombre de desarrollo embrionario.

Hay otros animales que también pueden reproducirse de forma asexual, es decir, sin la participación de gametos; tal es el caso de las esponjas.

En algunos animales, como los erizos de mar, algunos peces y ranas, los óvulos y los espermatozoides son expulsados al agua, por lo que la fusión de los gametos ocurre en el medio externo. En este caso se dice que la fecundación es externa.

En los animales terrestres, los gametos no pueden ser expulsados al medio externo, ya que si esto ocurriera son afectados y mueren a causa de la desecación. Es por ello que los machos, en la mayoría de los casos, poseen órganos copuladores que les permiten depositar los espermatozoides en el interior de las hembras. Cuando la unión de los gametos ocurre de esta manera, se dice que la fecundación es interna.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Marca con una equis (X) la respuesta correcta.

- a) En los riñones de los animales ocurre el proceso de formación de la orina, y para ello las sustancias de desechos son separadas de la sangre mediante la:
☐ Filtración ☐ Decantación ☐ Evaporación ☐ Destilación
- b) La locomoción de los animales es considerada una manifestación del movimiento mecánico porque:
☐ El animal se traslada en busca de alimentos.
☐ El animal cambia de posición respecto a otro cuerpo.

- ___ El animal cambia de posición partes de su cuerpo.
- ___ Es rectilíneo y uniforme.

2. Entre el sistema circulatorio, respiratorio y excretor de los animales existe una estrecha relación que garantiza su funcionamiento como un todo. Argumenta la anterior afirmación.

8.3 Uno de los grupos de animales de más bajo nivel de organización: los poríferos

Los poríferos (*L. porus*, poro y *ferre*, llevar) o esponjas, animales portadores de poros, fueron incluidos dentro de las plantas por algún tiempo, por ser animales de vida fija y un crecimiento amorfo. En 1765, por vez primera se describe la naturaleza de sus corrientes internas de agua, y son incluidos dentro del reino animal. En el siglo XIX el zoólogo R. E. Grant creó para estos organismos el nombre de poríferos que quiere decir portadores de poros, aunque pueden poseer canales y cámaras. En Cuba se cuenta con el valioso aporte que ha realizado el investigador Pedro Alcolado Menéndez al conocimiento de las esponjas.

Los poríferos son uno de los grupos de animales de más bajo nivel de organización o complejidad; son organismos que viven fijos al fondo del mar o sobre objetos que se encuentran sumergidos. Se les puede hallar a diferentes profundidades, aunque los hábitats litorales (cerca de las costas) no contaminados son especialmente ricos en esponjas. Algunas especies se han encontrado a profundidades superiores a los 6 000 m bajo el nivel del mar, soportando las altas presiones oceánicas.

La distribución de los poríferos es muy amplia. Abundan en las costas del mar Mediterráneo, del Mar Rojo, en el Mar de las Antillas, (Bahamas, Florida y Cuba, mayor productor de esponjas del mundo).

Mundialmente se han descrito alrededor de 9 000 especies de esponjas, aunque algunos investigadores consideran que deben existir aproximadamente 15 000 en total.

Existe un pequeño número de especies que viven en las aguas dulces.

La mayoría de las esponjas son asimétricas, no poseen tejidos y sus poros facilitan la entrada y salida del agua de su cuerpo.

El volumen de agua que circula a través del sistema de canales de una esponja es extraordinario, por ejemplo: una esponja de solo 7 cm de altura bombea 22 litros de agua al día y por la abertura mayor (ósculo) sale un chorro que alcanza entre 25 y 50 cm de altura. De forma general, bombean hasta 10 veces el volumen de su cuerpo cada hora.

Estos animales poseen dos capas de células, una externa con función protectora y una interna con muchas células llamadas *células de collar*, que son flageladas y tapizan la cavidad interior. El movimiento constante de los flagelos de estas células determina un flujo continuo de agua, que es muy importante, pues con ella se mezclan los alimentos y el dioxígeno que entra al interior de la esponja y salen, además, los desechos al exterior, como por ejemplo, el dióxido de carbono.

El alimento de las esponjas consiste en protozoos, algas unicelulares, bacterias, otros microorganismos y *detritos orgánicos* que reciben en estado de solución. Pueden utilizar además nutrientes disueltos en el agua.

Las células de collar, al igual que las amebas y otros protozoos engloban parte del alimento y lo digieren en el interior, por lo que las esponjas tienen *digestión intracelular*.

El intercambio de gases y la excreción se realiza por *difusión simple* a través de la membrana y sin gasto de energía.

Entre las dos capas de células de las esponjas se observa una masa gelatinosa en la que se encuentran muchas *células ameboides* con diferentes funciones, muchas de ellas forman las estructuras de sostén llamadas *espículas*, que en algunas especies están formadas por sustancias compuestas que son, el carbonato de calcio (CaCO_3), para las *espículas calcáreas* o el sílice (SiO_2), para las *espículas silíceas*. Las estructuras de sostén que se forman a partir de las células ameboides, no en todos los casos son duras o rígidas, también pueden presentarse como estructuras fibrosas, flexibles y suaves, como se aprecia en las esponjas comerciales.

La reproducción puede ser sexual y asexual. La asexual, por *yemas*; también pueden fragmentarse en muchas partes y cada una de estas dará lugar a un nuevo individuo. Desde hace mucho tiempo se conoce que una esponja puede ser disociada totalmente en una suspensión de células separadas, haciéndolas pasar a través de un tamiz muy fino. Dichas células se mueven mediante *seudópodos*, se acumulan unas junto a las otras y reconstruyen al poco tiempo un individuo completo. Si las suspensiones son mezcladas por el hecho de utilizar especies diferentes, cada célula se agrupa a las de su especie y se reúne con ellas, formándose entonces dos tipos de agregados celulares que se convierten en individuos completos y diferentes. A este proceso se le llama *regeneración*.

La reproducción sexual se verifica por óvulos y espermatozoides, dando origen a una *larva ciliada* que nada libremente. Algunas especies de esponjas son *unisexuales* y otras *hermafroditas*, pero la *autofecundación* es rara.

Tomando en consideración las características expuestas anteriormente se podrá llegar al concepto de poríferos.

Los poríferos son animales acuáticos con la pared del cuerpo llena de poros, con unas típicas células llamadas de collar, viven fijos durante el estado adulto y no poseen tejidos.

8.4 Diversidad e importancia de las esponjas

Las esponjas están presentes, prácticamente, en todos los hábitats marinos en Cuba, con más 280 especies registradas, pero cuya diversidad real se supone muy superior, ya que grupos tan importantes como los de esponjas calcáreas y silíceas no han sido lo suficientemente estudiados.

La forma del cuerpo en las esponjas es muy variable, muchas especies tienen forma de vaso, tubular o cilíndrica, o bien parecen candelabros. El tamaño varía entre 0,01 y 2,5 m de diámetro y ello se relaciona con la complejidad estructural de sus cuerpos.

En ellas se observan casi todos los colores conocidos y son abundantes las especies con colores lila brillante, diferentes tonos de azul, amarillo, carmesí y blanco.

Se ha demostrado que las distintas especies de esponjas se distribuyen en dependencia de la iluminación, agitación del agua, tipo de sustrato y presencia o ausencia de sedimentos en suspensión. La alteración en la calidad del agua produce trastornos de importancia; por ejemplo, pobre fijación, bajo crecimen-

to, malformaciones, aumento de la dureza, pérdida de la elasticidad, cambios de color, incluso la muerte de larvas y adultos. Este factor adverso, entre otros, ha traído como consecuencia que en Cuba existan 14 especies de esponjas amenazadas, de las cuales 2 están en peligro crítico de extinción y 12 están siendo vulnerables.

La importancia de las esponjas radica en que son indicadores biológicos, debido a que viven fijas, son renovadores de arrecifes, se utilizan en la industria farmacéutica para la elaboración de relajantes y antibióticos, sus larvas sirven para la alimentación de otros organismos, tienen valor estético y un alto valor comercial. En algunos países europeos se utilizan en la elaboración de cosméticos, sirven de refugio a otras especies, ya que sus cavidades interiores ofrecen albergue a pequeños cangrejos, camaroncitos, estrellas de mar y otros no cordados marinos. Desde el punto de vista biológico están consideradas las más antiguas entre los animales, pues los registros fósiles se remontan al período cámbrico, hace unos 570 millones de años; forman depósitos calcáreos (calizos) y son consideradas como una discontinuidad evolutiva, ya que ningún otro grupo de animal sigue su plan corporal. Además, se utilizan en la experimentación científico-técnica, debido a su singular organización celular, su gran poder regenerativo y sus interesantes características químicas.

Los principales países productores de esponjas naturales son: Cuba, Bahamas, Estados Unidos de Norteamérica, Túnez, China, Filipinas, Francia, Grecia, Japón e Italia.

Las zonas de pesca más importantes en Cuba están representadas por Batabanó, en la provincia de La Habana; la Coloma, en Pinar del Río y Caibarién en la provincia de Villa Clara. Las especies con mayor valor comercial son las llamadas lanas de carnero, hembra de ojo, esponja hembra, macho fino, entre otras.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. ¿Qué características esenciales debe poseer un animal para incluirlo en el grupo de los poríferos?
2. ¿Cómo se proveen de alimento las esponjas, si al carecer de locomoción no se trasladan en su búsqueda?
3. ¿En qué radica la importancia de las esponjas para la naturaleza y para el hombre?
4. Marca con una (X) la respuesta correcta.

Los poríferos son animales que se caracterizan por:

- ☐ Ser animales marinos con la pared del cuerpo llena de poros, con unas típicas células llamadas de collar, viven fijos durante el estado adulto y no poseen tejidos.
- ☐ Ser animales que habitan las aguas dulces con la pared del cuerpo llena de poros, con unas típicas células llamadas de collar, viven fijos durante el estado adulto y no poseen tejidos.
- ☐ Ser animales acuáticos con la pared del cuerpo llena de poros, con unas típicas células llamadas de collar, viven fijos durante el estado adulto y no poseen tejidos.
- ☐ Ser animales acuáticos con la pared del cuerpo llena de poros y con numerosas células y viven siempre fijos al fondo marino.

8.5 Los animales de simetría radial: los celenterados. Características esenciales

Los representantes de los celenterados (gr. *koilos*, hueco y *enterum*, intestino), se caracterizan porque estos animales presentan una *cavidad con función digestiva*, la cual se comunica con el exterior por medio de una abertura, la boca, que también tiene función de ano, y se encuentra rodeada de numerosos tentáculos provistos de *células urticantes*.

En estos animales están presentes dos capas de células una externa y otra interna y entre ellas existe una tercera capa llamada *mesoglea*. La capa externa es un epitelio, la *epidermis*, con función protectora, y en ella se encuentran numerosas células, con funciones sensorial, nerviosa, contráctil, glandulares y urticantes. La presencia de estas últimas en la hidra y en los celenterados en general, constituye una característica esencial del grupo, las cuales secretan una sustancia tóxica que paraliza a las presas de las que se alimentan estos animales.

La capa media está formada por una masa gelatinosa que interviene en el sostén del cuerpo. En la hidra, por ejemplo, es una capa continua que se extiende por todo el cuerpo, siendo más gruesa en el tallo y más fina en los tentáculos. Esta disposición hace posible que la región por donde se fija la hidra al sustrato, resista una mayor fuerza mecánica y da a los tentáculos más flexibilidad. La capa interna, llamada *gastrodermis*, es de tejido epitelial y tapiza la cavidad digestiva; algunas de sus células secretan *enzimas* a esta cavidad para facilitar la *digestión extracelular* de los alimentos, o sea, fuera de las células.

Los representantes de este grupo poseen *simetría radial*.

A los celenterados cuya boca se localiza en el extremo superior y viven fijos al sustrato, se les denomina *pólipos*, como es el caso de las hidras y las anémonas; por otra parte, muchas aguas malas, como es el caso de la aurelia, que poseen forma de sombrilla, nadan libremente y la boca se observa en el centro de la superficie inferior, reciben el nombre de *medusas*.

Con las características anteriormente expuestas, *los celenterados son animales, que poseen una cavidad digestiva, acuáticos, con nivel de organización en tejidos, simetría radial, presencia de tentáculos bordeando la boca, células urticantes y pueden tener forma de pólipo o de medusa*.

En estos animales la entrada del dióxigeno y la expulsión del dióxido de carbono se verifica por simple difusión, al igual que en las esponjas.

La reproducción puede ser asexual por yemas o sexual, con la presencia de gametos masculinos y femeninos. Algunas especies son unisexuales, sin embargo, algunas hidras son hermafroditas.

Como consecuencia del desarrollo embrionario es común la presencia de una larva ciliada llamada *plánula* que nada libremente.

La propiedad de regeneración está presente en muchos celenterados y debido a ello restituyen partes de su cuerpo que se han perdido.

Las células nerviosas y las células sensoriales que se presentan en ambas capas en estos animales, establecen conexiones entre sí, constituyendo una *red nerviosa primitiva*, que permite la reacción ante los estímulos. Cuando se estimulan las células sensoriales de la superficie del animal, ya sea de forma mecánica o química o por cambios en la iluminación, se transmite por la red de manera difusa, contrayéndose a la par las capas celulares. Algunas aguas malas poseen estructuras con células sensibles a la luz (*receptores visuales*).

8.6 Diversidad e importancia

Los celenterados son exclusivamente acuáticos y la mayor parte de ellos son marinos, solo la hidra y algunos otros representantes viven en las aguas dulces.

Se conocen más de 10 000 especies, que habitan en las regiones costeras de los mares tropicales, aunque hay especies en todos los mares, incluyendo el océano glacial.

Las especies que viven fijas son abundantes en las costas rocosas de las aguas tropicales, aunque existen anémonas que viven a 10 500 m de profundidad, donde la presión es de 1 050 atmósferas (1 tonelada por centímetro cuadrado), pero estos celenterados la toleran debido a que producen una presión interna en sus cuerpos equivalente a la externa, logrando así adaptarse a esa profundidad.

Estos animales varían en tamaño, desde pólipos y medusas microscópicas, hasta medusas que alcanzan 2 m de diámetro, con tentáculos de hasta 25 m de longitud.

Pueden ser organismos solitarios, como las hidras, las aguas malas, las anémonas de mar, o coloniales como el barquito portugués y los corales, que pueden alcanzar varios metros.

En los celenterados existen estructuras esqueléticas duras, como son los ejes o varillas córneas presentes en los abanicos de mar, los candelabros de mar, las plumas de mar y el coral negro, o los esqueletos masivos calcáreos constituidos por carbonato de calcio, que se observan en el coral de fuego, el coral cerebro, el coral orejón y otros.

La propiedad de los celenterados de producir sustancias tóxicas ha sido utilizada en Cuba para realizar con ellas investigaciones científicas, con el objetivo de obtener medicamentos. El esqueleto de algunas especies de corales calcáreos, como es el caso del coral de dedos, se utiliza con éxito en Cuba para la obtención de un producto llamado *hidroxiapatita*, que se emplea en los implantes óseos en humanos en el Hospital Ortopédico Frank País, bajo la pupila del eminente médico cubano Rodrigo Álvarez Cambra.

Los corales son fuentes de muchos recursos pesqueros de calidad, sus barreras brindan una efectiva protección a las costas contra la erosión producida por el oleaje, protegen poblados que se encuentran cerca de las costas, constituyen un extraordinario atractivo para la industria del turismo y del buceo, excelente refugio de gran cantidad de animales, poseen gran valor educacional y científico, los corales rojos y negros se utilizan en la joyería y además, son indicadores de la calidad de las aguas marinas y de los efectos de los cambios climáticos globales.

Constituyen serias amenazas para los corales la sedimentación provocada por la deforestación, la contaminación por residuales urbanos, agrícolas e industriales, la extracción para usos decorativos, el aumento de la temperatura y la salinidad de las aguas marinas, entre otros factores.

En Cuba existen 8 especies de corales amenazados, 2 en período crítico de extinción y 6 vulnerables.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. ¿Por qué la hidra, las aguas malas y los corales se incluyen dentro del grupo de los celenterados?

2. ¿Cómo tienen lugar las diferentes funciones en los celenterados, si estos carecen de sistemas de órganos?
3. Completa los espacios en blanco teniendo en cuenta las características esenciales de los celenterados.

Los celenterados son animales que viven en el _____, poseen simetría _____ y _____ donde se realiza la digestión extracelular, poseen dos capas de células llamadas _____ y _____, con unas células características denominadas _____. Bordeando a la boca se localizan los _____, poseen una organización en _____ y pueden tener forma de _____ o de _____.

4. ¿Cuál es la importancia de los celenterados en la naturaleza y en la vida del hombre?

8.7 Los animales de simetría bilateral.

Características esenciales

Al inicio del capítulo se abordaron las características de los animales y dentro de estas se hizo referencia a las simetrías radial y bilateral y la importancia que tienen en la adaptación al medio donde viven. La primera, presente en los celenterados y la segunda, en otros grupos de animales.

Los animales de simetría bilateral son aquellos que se caracterizan por presentar este tipo de simetría durante el desarrollo embrionario, aunque en algunos en estado adulto esta simetría no se observa fácilmente (como en algunos caracoles, que poseen una concha arrollada y en otros puede presentarse una simetría radial en estado adulto, como en las estrellas de mar).

En los animales de simetría bilateral existe una diferenciación entre la superficie dorsal y la ventral, de esta manera la superficie ventral está en relación con el sustrato y se relaciona con la locomoción.

El cuerpo de los animales de simetría bilateral es alargado, pues es la mejor forma adaptada a la locomoción, ya que esta encuentra menor resistencia al movimiento y se presenta un único plano que corta al animal en dos "partes iguales". En el animal se va diferenciando el extremo anterior del posterior. El extremo posterior se diferencia porque se produce un proceso de *cefalización*, o sea, los centros nerviosos y de coordinación de las diferentes funciones se localizan en la parte anterior del cuerpo, donde se halla la *cabeza*. Se forman ganglios y cordones nerviosos bien definidos, lo que hace que en ellos exista un *sistema nervioso*, a diferencia de los celenterados que poseen una red nerviosa primitiva. Una característica esencial que poseen los animales de simetría bilateral y que los diferencia de los radiados es la presencia de *sistemas de órganos*, como son: sistema digestivo, sistema excretor, sistema reproductor y sistema nervioso, aunque no en todos existe sistema respiratorio y circulatorio.

En los animales de simetría bilateral, el sistema digestivo tiende a mostrar la boca en la región anterior del cuerpo (relacionado con la cefalización), para

facilitar la toma de los alimentos y se hace más complejo al presentar órganos diferenciados, hasta el punto de hacerse completo al originarse el ano.

Los animales de simetría bilateral tienen mayor actividad y control de los movimientos por la formación de bandas musculares que se disponen en la pared del cuerpo.

Si se analiza el desarrollo embrionario y el estado adulto de los animales de simetría bilateral, estos se pueden clasificar atendiendo a la presencia o no de celoma, en *acelomados*, *seudocelomados* y *celomados*, los cuales se estudiarán más adelante.

La importancia de la simetría bilateral está dada porque al desarrollarse y concentrarse el tejido nervioso en la región cefálica, existe una mayor coordinación entre los diferentes órganos, cuya función es más perfecta; permite a los animales la búsqueda del alimento por sí solos, pues la cefalización ayudó en gran medida a este proceso; la presencia de un ano permite que las heces fecales no se mezclen con los alimentos total o parcialmente digeridos; la presencia de un sistema excretor permite una mejor expulsión de las sustancias de desasimilación; el sistema circulatorio permite transportar los nutrientes y el dióxígeno a todas las células del cuerpo, además de otras sustancias como las hormonas, por solo citar un ejemplo. Se concluye que la presencia de la simetría bilateral con los factores causales de la evolución originaron los diferentes sistemas de órganos.

TAREA DE APRENDIZAJE

¿Qué significación evolutiva representó para los animales la presencia de la simetría bilateral?

8.8 Los platelmintos. Características esenciales

Los animales pertenecientes al grupo de los platelmintos (lat. *platus*, aplanado; gr. *Platys*, ancho, y *helminthes*, gusano), son gusanos que poseen el cuerpo aplanado dorsoventralmente con una clara *simetría bilateral*; incluye especies de vida libre que viven en el agua, como las planarias, otras son terrestres, y en el grupo existen especies que están adaptadas a la vida parásita, como son los casos de la duela del hígado y la lombriz solitaria.

El grupo está constituido por unas 25 000 especies cuyo tamaño oscila entre menos de un milímetro y varios metros de longitud.

Una característica esencial de los platelmintos es que son *acelomados*, pues entre la pared del cuerpo y el tubo digestivo no existe cavidad alguna, está rellena de células y sustancias.

Un aspecto muy importante a destacar en los platelmintos es la presencia de las *tres capas germinales*, externa, media e interna, a diferencia de los celenterados que solo poseen dos, la externa y la interna. En ellos se presentan además, sistemas de órganos desarrollados, como son: *sistema nervioso en escalera*, formado por un par de ganglios anteriores o un anillo nervioso que conecta de uno a tres pares de nervios longitudinales con nervios conectivos transversales (algunos platelmintos como la planaria, poseen *manchas oculares*, con células sensibles a la intensidad de la luz). Estos animales también son

capaces de captar el olor de las sustancias que se hallan disueltas en el medio acuático. Su *sistema digestivo* es muy *ramificado e incompleto*, porque posee boca, pero no ano, el *sistema excretor* con tubos y poros y el *sistema reproductor*, con ovarios, testículos, conductos y otros órganos anexos, generalmente en un mismo animal, por lo que la mayoría de los platelmintos son hermafroditas. Unos pocos tienen los sexos separados y la hembra se diferencia del macho, lo cual se conoce como *dimorfismo sexual*.

La *fecundación es interna* y los huevos presentan cubiertas resistentes, para evitar los factores adversos del ambiente donde se desarrollen. La presencia de fases larvarias es frecuente en este grupo, principalmente en las especies parásitas.

Al igual que en los poríferos y los celenterados, en los platelmintos se presenta también la reproducción asexual.

Como los platelmintos carecen de sistema respiratorio y circulatorio, el intercambio de gases se verifica por difusión simple, como en los poríferos y los celenterados, y el transporte de sustancias nutritivas que llegan hasta las diferentes partes del cuerpo se realiza debido a la amplia ramificación que posee el sistema digestivo en algunos de estos animales.

Es conveniente destacar que ciertos platelmintos no poseen sistema digestivo, como es el caso de la lombriz solitaria o tenia, por lo que la nutrición de estos parásitos es *heterótrofa absorbtiva*, al igual que en los hongos, estudiados en séptimo grado.

Tomando en cuenta las características expuestas en los párrafos anteriores se puede concluir que: *Los platelmintos son gusanos aplanados dorsoventralmente, con simetría bilateral, tres capas germinales, acelomados y sistema de órganos desarrollado.*

8.9 Platelmintos perjudiciales y medidas que el hombre aplica para eliminarlos

Entre los platelmintos perjudiciales se encuentra la duela del hígado, que vive en los conductos del hígado de muchos mamíferos, como la vaca, el carnero, el cerdo y el conejo, y también puede parasitar al hombre.

Cuando un animal es parasitado por la duela, los síntomas clínicos son: adelgazamiento producto de la anemia, secreciones con sangre, molestias en el hígado por la obstrucción de sus conductos y disminución en la producción de leche.

El hombre se parasita con duela del hígado si come vegetales mal lavados o agua sin hervir que contiene los quistes del parásito.

Las principales medidas para evitar la parasitación por la duela es hervir el agua de tomar, lavar los vegetales frescos y destruir los caracoles *fossaria*, que son los *hospederos intermediarios* del parásito, además de evitar las inundaciones donde pasta el ganado.

Otro platelminto parásito, pero del intestino del hombre y que tiene como hospedero intermediario el ganado porcino, es la llamada vulgarmente lombriz solitaria o tenia, aunque existen otras especies de tenias. Las infecciones severas por este parásito causan pérdida de la agudeza visual, quistes en los pulmones, el corazón y el cerebro.

El hombre es parasitado por la tenia si come carne de cerdo infectada mal cocida; de esta manera el hombre se convierte en hospedero definitivo.

Hay una tenia que infecta principalmente a los perros y los gatos, pero ocasionalmente se encuentra en los humanos. El hospedero intermediario, por lo general, es la pulga del perro, la cual se infecta por la ingestión de huevos de esta tenia que se encuentran en las heces fecales de los perros y los gatos parasitados; el hospedero definitivo adquiere el parásito al ingerir las pulgas infectadas caídas en los alimentos. Es por ello, que es de vital importancia curar a los perros y los gatos de estas pulgas.

Los platelmintos poseen adaptaciones importantes a la vida parásita, algunas son: la pared del cuerpo es apropiada para dar paso a los alimentos (nutrición heterótrofa absorptiva) y también al intercambio de gases; además de ser resistentes a los líquidos digestivos producidos por el hospedero; la tolerancia del pH es alta y si hay dióxígeno se emplea en la respiración, pero si no lo hay, la respiración es anaerobia y la *presión osmótica* interna es inferior que la del líquido externo del hospedero.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. ¿Qué características presentan las planarias, duelas del hígado y tenias que permiten incluirlas dentro de los platelmintos?
2. ¿Cuáles son las medidas higiénicas que se deben tener en cuenta para no ser infectados por platelmintos?

8.10 Nematelmintos. Características esenciales

Los nematelmintos (gr. *Nematos*, filamento y *helminthes*, gusano), gusanos cilíndricos de cuerpo alargado, son gusanos acuáticos, terrestres o parásitos de las plantas y muchos animales, incluyendo al hombre.

Se conocen unas 12 000 especies, aunque el número puede ser mayor. Algunos llegan a alcanzar un metro de largo y en otros casos se requiere del microscopio para observarlos. Se distribuyen desde las regiones polares hasta los trópicos, en todo tipo de ambientes, incluyendo desiertos, altas montañas y grandes profundidades oceánicas.

Al igual que los platelmintos, poseen *simetría bilateral* y tres capas de células, pero el cuerpo de estos animales *es alargado, cilíndrico y sin rastro alguno de segmentación*.

Una característica esencial de los nematelmintos que los diferencia de los platelmintos es que son *seudocelomados*, o sea, poseen un pseudoceloma o cavidad entre la pared del cuerpo y el tubo digestivo que no está recubierto de la capa de células de tejido conectivo llamada peritoneo.

Los nematelmintos poseen sistemas de órganos desarrollados, pero a diferencia de los platelmintos, el *sistema digestivo es completo con boca y ano*, lo que facilita una sucesión especializada de funciones metabólicas separadas, de manera que no se mezclan los productos digeridos y los desechos. Este plan es necesario para el crecimiento rápido y el aumento de tamaño que se observa en los animales de mayor complejidad.

El amoniaco (NH_3) es el principal desecho nitrogenado de los nematelmintos, el cual es extraído a través de la pared corporal y eliminada del sistema digestivo conjuntamente con los residuos que no han sido digeridos.

Estos animales no poseen estructuras esqueléticas, pero el líquido que se encuentra en el pseudoceloma, y la acción de los músculos que están situados en las paredes del cuerpo, le dan al animal el soporte necesario.

Al igual que los platelmintos, los nematelmintos carecen de sistema respiratorio y circulatorio, por lo que el intercambio de gases se realiza por simple difusión. Sin embargo, algunos nematelmintos parásitos poseen una forma de *hemoglobina* en los fluidos del cuerpo que pueden transportar y almacenar dioxígeno. Las sustancias nutritivas son transportadas también por estos fluidos a las diferentes partes del cuerpo.

Los sexos suelen estar separados. Las hembras, de forma general, son de mayor tamaño que los machos, y en estos el extremo posterior es curvado (*dimorfismo sexual*). La fecundación es interna, los huevos presentan cubiertas resistentes, el desarrollo puede ser directo sin estadio larval, pero en el ciclo de vida de los animales que lo posean puede ser complicado con fases larvarias. Se concluye entonces que *los nematelmintos son gusanos con el cuerpo alargado, cilíndrico e insegmentados, con simetría bilateral y son pseudocelomados*.

8.11 Nematelmintos perjudiciales y medidas que el hombre aplica para eliminarlos

Entre los nematelmintos parásitos de los animales, incluyendo al hombre, se encuentra la lombriz intestinal. Este parásito se nutre del contenido del sistema digestivo, bloquea los intestinos (obstrucción intestinal), produce sofocación o asfixia, hemorragia e inflamación en los pulmones, entre otras afectaciones a la salud humana. Cuando el hombre ingiere verduras que están contaminadas con los huevos de la lombriz, toma agua infectada o se lleva las manos sucias a la boca, se infecta con el parásito; por eso es tan importante mantener las medidas higiénicas correspondientes.

El tricocéfalo es uno de los parásitos más comunes en el hombre, la infección por este nematelminto provoca heridas en el intestino que permiten la entrada a diferentes bacterias, causando tifus, cólera, apendicitis e incluso trastornos nerviosos. Las medidas higiénicas que se deben tomar son: lavar bien las verduras, hervir el agua y lavarse correctamente las manos antes de ingerir alimentos.

El oxiuro es una especie que se localiza en el intestino grueso del hombre, principalmente en los niños. Este parásito lesiona la pared del intestino provocando lesiones, incluso puede producir apendicitis. Cuando las hembras son fecundadas, descienden específicamente durante la noche al ano del humano a depositar los huevos, produciendo una picazón muy intensa, lo que hace que los niños se sientan molestos. Los huevos se transmiten por las verduras mal lavadas y por el agua sin hervir y puede producirse la autoinfección, cuando el niño se lleva las manos a la boca después de rascarse. Para erradicar este parásito, además de las medidas higiénicas expuestas anteriormente, es importante hervir la ropa del enfermo.

El necátor es otro nematelminto parásito que vive en el intestino delgado del hombre; produce hemorragias, afectaciones en la piel (dermatitis) y causa

heridas en las paredes intestinales. Sus larvas penetran al hospedero a través de los pies descalzos.

En la lucha contra los parásitos humanos, en el siglo xx se destacó el eminente médico cubano Pedro Kourí Esmeja (1900-1964) quien es considerado el fundador de la parasitología médica cubana. El actual Instituto de Medicina Tropical en Cuba lleva su nombre. Junto a Kourí trabajó el destacado biólogo, médico y profesor José Tomás Acosta Jiménez (1893-1989) quien realizó una encomiable labor en los trabajos de parasitología.

Entre los nematelmintos también tienen importancia los parásitos de las plantas, muchos de ellos atacan, por ejemplo, al tomate, la papa, la cebolla y otros cultivos. Sus huevos se encuentran en el suelo y en las raíces y las larvas se nutren de los tejidos del vegetal, forman *agallas* en las plantas atacadas, lo que trae como consecuencia el debilitamiento del vegetal y muerte, causando graves daños económicos.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. ¿Por qué se puede afirmar que los nematelmintos son animales pseudocelomados?
2. ¿Cuáles son las medidas higiénicas que se deben tomar en cuenta para no ser parasitados por la lombriz intestinal, el oxiuro o el tricocéfalo?

8.12 Anélidos. Características esenciales. Diversidad e importancia

Los anélidos constituyen uno de los tipos importantes dentro de los no cordados; su nombre proviene del latín *annelus*, (pequeño anillo). Estos animales tienen el cuerpo compuesto por numerosos *segmentos o anillos*, que se manifiestan generalmente tanto en la morfología externa como interna, o sea, en los músculos, nervios, órganos reproductores, sistema circulatorio y excretor. En algunos de estos gusanos cada anillo o segmento lleva una serie de cortas setas o quetas, quitinosas pares las cuales tienen como función incrementar la tracción al sustrato por parte del animal cuando se arrastra.

Los anélidos, al igual que los platelmintos y nematelmintos poseen *simetría bilateral*.

Algunas especies son acuáticas, otras terrestres, como es el caso de la conocida lombriz de tierra, y algunos representantes son parásitos externos, como la sanguijuela.

Los anélidos son animales *celomados*, porque entre la pared del cuerpo y el tubo digestivo existe una cavidad recubierta de peritoneo, a diferencia de los platelmintos que son acelomados y los nematelmintos, que poseen un pseudoceloma. Este celoma es amplio en la mayoría de los anélidos; la presencia del mismo posibilita que los sistemas de órganos sean más complejos, en tal sentido en los anélidos es notable la presencia de un *sistema circulatorio cerrado*.

El líquido celomático en los anélidos actúa como un esqueleto hidráulico, cuya acción permite que cambie la forma del cuerpo del animal. Cuando existe contracción muscular longitudinal, el líquido celomático ejerce presión lateral y

el cuerpo se ensancha. Cuando existe contracción muscular circular, el líquido celomático ejerce presión anterior y posterior y el cuerpo se alarga. Al estar aislados, los segmentos contraídos no experimentan presiones elevadas del fluido celomático y no necesitan contraerse totalmente para mantener la forma adecuada del cuerpo, requiriendo menos energía.

Se concluye entonces que *los anélidos son animales con aspecto de gusano, marcadamente segmentados, de simetría bilateral, celomados y provistos de un sistema circulatorio cerrado.*

El *sistema digestivo es completo, tubular* y se extiende a todo lo largo del cuerpo, algunos presentan mandíbulas. El *buche* y la *molleja* son dos modificaciones del sistema digestivo en los anélidos. Los alimentos triturados en la molleja llegan al intestino y bajo la acción de los jugos digestivos que están compuestos por una mezcla de agua, iones minerales, ácido clorhídrico (HCl) y enzimas, son digeridos y las sustancias nutritivas son absorbidas por las paredes del intestino.

El intercambio de gases en los anélidos acuáticos se verifica por medio de las *branquias*, pero en la lombriz de tierra ocurre a través de la superficie del cuerpo que es fina, vascularizada y muy húmeda, por la presencia de glándulas mucosas. El dióxígeno y las sustancias nutritivas son transportadas a todas las células del cuerpo mediante la sangre, que es roja en algunos representantes porque poseen corpúsculos de hemoglobina.

Partiendo de los espacios celómicos, en los segmentos existen pares de tubos que sirven para expulsar los productos de la excreción. En los anélidos acuáticos la eliminación de estos desechos nitrogenados (especialmente amoníaco NH_3) y la regulación del balance osmótico y de iones ocurre en cada cámara aislada funcionalmente.

El *sistema nervioso* está bien *desarrollado* y se caracteriza de forma general por la presencia de un *cerebro* (ganglios cerebroides) y un *cordón nervioso ventral largo*, sencillo o doble, macizo y dispuesto ventralmente, con ganglios en cada segmento.

Muchos anélidos son hermafroditas, como las lombrices de tierra y las sanguijuelas, pero no se autofecundan; otros, como es el caso de las lombrices de fuego que habitan los mares, son unisexuales.

La fecundación puede ser externa o interna con fase larvaria o no. Algunos se reproducen asexualmente. La capacidad para la *regeneración* combinada con la *fragmentación*, ha dado lugar a este tipo de reproducción en algunos anélidos como las lombrices de tierra y de fuego, fundamentalmente.

Diversidad e importancia

Se han descrito aproximadamente más de 15 000 especies; muchas son marinas como la lombriz de fuego, la sabela el nereys; otras viven en el suelo húmedo, como las lombrices de tierra y unas pocas en las aguas dulces, como las sanguijuelas y el tubifex, entre otras.

Los anélidos pueden tener desde 1 mm de tamaño, como es el caso de aleosoma, hasta 4 m de longitud (lombriz de tierra australiana) y 2 m (lombriz de tierra habitante del Ecuador).

En cuanto al número de quetas también se observa diversidad, ya que en la lombriz de tierra hay cuatro pares por anillos, en la lombriz de fuego son más numerosas y se hallan agrupadas como en pinceles a ambos lados de cada segmento y no existen en las sanguijuelas.

La diversidad de los anélidos se manifiesta también en las estructuras ventilatorias, los sexos, los hábitos alimentarios, la forma del cuerpo, así como en la coloración.

Los anélidos marinos constituyen un elemento significativo en la estructura y complejidad de los arrecifes y juegan un importante papel en el alimento de muchos animales no cordados y peces, como los roncós y las sardinas, de valor económico. Las calandracas son altamente valoradas como carnada en la pesca recreativa. Algunas especies son potenciales productores de sustancias neurofarmacológicas; un ejemplo de estos son los gusanos de fuego. Otras especies tienen valor ornamental en peceras y acuarios. Estos organismos son altamente valorados como indicadores de condiciones adversas a la vida marina. En los fondos blandos (arenosos o fangosos) los anélidos marinos se manifiestan en extensas galerías que oxigenan el sustrato y trasladan partículas de diferentes diámetros en la columna de sedimentos.

Constituyen serias amenazas a los anélidos marinos, el incremento de la salinidad, la disminución de nutrientes y dioxígeno en el agua y la contaminación.

Las lombrices de tierra intervienen activamente en la descomposición y redistribución de la materia orgánica en el suelo y mejoran sus condiciones físicas y químicas. Facilitan la entrada del aire y del agua a las capas profundas del suelo, a través de las galerías que construyen gracias a sus costumbres de excavar.

En Cuba, la lombricultura es una actividad que se ejecuta para explotar de forma comercial a la lombriz de tierra; la misma está destinada a la producción de abono orgánico, como producto fundamental a la producción de carne para la alimentación animal y en algunos casos al tratamiento de residuos industriales y urbanos. El poder fertilizante del abono de lombriz de tierra radica en su riqueza microbiana y en los bioestimulantes que posee (sustancias enzimáticas que ejercen un efecto estimulante en el crecimiento de la planta).

La "carne" de lombriz contiene un 70 % de proteínas, de ahí se deriva que sea recomendada para la alimentación de todo carnívoro en cautiverio o como harina integrante de los piensos tradicionales. Es, por tanto, indicado para la alimentación de peces de agua dulce (claria, trucha, tilapia, anguila), rana toro y aves de corral.

Es conveniente destacar que en Cuba no se emplea en la alimentación humana. Sin embargo, en otros países sus harinas integran los ingredientes de pastas alimenticias, galletas, panes, barquillas para helados, albóndigas o simplemente salsas.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Tanto la lombriz solitaria, como una lombriz intestinal y una lombriz de tierra, son consideradas gusanos; sin embargo, cada una se incluye en grupos diferentes. ¿Qué características esenciales lo determinan en cada caso?
2. ¿En qué radica la importancia de los anélidos para la naturaleza y para el hombre?

8.13 Moluscos. Características esenciales.

Diversidad e importancia

Los moluscos (lat. *Mollis*, blando), tienen el cuerpo blando y al igual que los anélidos poseen *simetría bilateral* y son *celomados*, pero a diferencia de los anélidos este celoma es reducido.

Normalmente poseen una *cabeza*, excepto algunas formas como el colmillito de elefante, los ostiones y las almejas, y se caracterizan además por presentar un *pie musculoso ventral* que puede sufrir diversas modificaciones, para reptar, nadar, taladrar, cavar, siendo su función fundamental la locomoción. También es característico en ellos una *masa visceral* que puede estar arrollada o no y que está cubierta por una membrana llamada *manto*. Este manto es el encargado de secretar la *concha de carbonato de calcio* en aquellos moluscos que las posean.

Con las características expuestas hasta aquí, se podrá llegar a la conclusión que *los moluscos son animales de cuerpo blando, con simetría bilateral, celomados, con un pie ventral y un manto que recubre el cuerpo*.

Los moluscos, a diferencia de los anélidos, no poseen el cuerpo segmentado.

El *sistema digestivo* es *completo* y en el grupo se observan todos los tipos de hábitos alimentarios; como por ejemplo: herbívoros, carnívoros, consumidores de partículas en suspensión (filtradores) y de materia orgánica en depósito (detritóvoros) y parásitos externos o internos (ectoparásitos y endoparásitos).

El *sistema circulatorio* es *abierto*, excepto en los pulpos y los calamares donde es cerrado, al igual que en los anélidos, y la sangre transporta el dióxido de carbono y las sustancias nutritivas a las diferentes células del cuerpo.

Los moluscos realizan el intercambio gaseoso mediante una o varias branquias, por un "pulmón" o a través del manto.

Al producirse los procesos celulares, se obtienen desechos que pasan a la sangre y así son transportados a los órganos excretores.

El *sistema nervioso* posee pares de ganglios cerebrales, con otros pares que se encuentran en algunas regiones del cuerpo, unidos por conectivos y nervios longitudinales y transversales. Hay órganos de los sentidos del tacto, el gusto, el olfato y la visión (manchas oculares) u ojos complejos como el de los pulpos y los calamares, que no son sensibles a los colores, pero detectan movimiento de los objetos e imagen. Además existen órganos especiales para el equilibrio y poseen estructuras sensibles a las variaciones de presión que se producen en los mares.

Los moluscos pueden ser *unisexuales* o *hermafroditas*, en su mayor parte *ovíparos*, con *fecundación externa* e *interna*. Durante el desarrollo embrionario, en muchas especies de moluscos acuáticos es característica la presencia de una larva ciliada en forma de trompo parecida a la de los anélidos. En otros, el desarrollo es no larval.

Diversidad e importancia

Los moluscos son animales acuáticos y terrestres. Han sido descritas más de 100 000 especies vivientes y se conocen cerca de 35 000 especies fósiles,

debido a que este grupo posee una larga historia geológica, fundamentalmente por la presencia de una concha de carbonato de calcio que facilita las probabilidades de conservación.

El tamaño de los moluscos oscila entre los 0,1 mm hasta alcanzar tamaños más allá de los 15 m, como es el caso del calamar gigante.

Entre la diversidad de los moluscos se destacan los caracoles y las babosas terrestres, que se distinguen por la presencia de una cabeza bien diferenciada provista de cuatro tentáculos sensoriales, dos de ellos oculares, y un pie bien desarrollado situado ventralmente. Los caracoles, a diferencia de las babosas, se caracterizan por tener una concha arrollada en espiral.

Entre las especies de caracoles terrestres cubanos se destacan por su belleza las *polimitas*, que tienen la propiedad de producir las conchas más bellamente coloreadas del mundo y son endémicas de las provincias orientales. Por las extraordinarias variaciones y combinaciones de colores que presentan en la escultura de sus conchas, no existe otra especie de molusco, ya sea de hábitos marinos, fluviales o terrestres, que pueda rivalizar con ellas. Los *ligus*, conocidos en algunas regiones como guanajitas, también poseen una concha muy bella.

En Pinar del Río se destacan las *vianas*, endémicas de esa provincia y muy comunes en toda Cuba; las *zacrísias*, llamadas vulgarmente gallitos y que se observan en jardines y parques alimentándose de hojas tiernas, retoños o flores.

La mayoría de las especies de moluscos terrestres cubanos son consideradas especies amenazadas por su microlocalización y su poca movilidad, por ejemplo, se han reportado 130 especies de moluscos terrestres amenazadas, de las cuales 8 están en período crítico de extinción, una en peligro y 121 son vulnerables.

Cuba posee tan rica cantidad de moluscos terrestres endémicos que llega a considerarse un caso único en el mundo.

En Cuba también están presentes los caracoles de agua dulce; ellos constituyen un indicador climático, geográfico e hidrográfico y son considerados de mucho interés por parte de médicos y veterinarios.

Ciertos moluscos de agua dulce, como es el caso de *fossaria*, actúa como hospedero intermediario de algunos estadios del desarrollo embrionario de la duela del hígado. Otros, como es el caso de las *pomáceas*, pueden hospedar al nematelminto causante de la meningoencefalitis.

Entre los caracoles marinos se pueden destacar el cobo, el quince y la cigua.

Las almejas, las ostras, los ostiones y los mejillones, a diferencia de los caracoles y las babosas, son moluscos que poseen una concha con dos piezas o valvas, carecen de cabeza y el pie está comprimido lateralmente adquiriendo forma de hacha.

Dentro de los moluscos también se encuentran los pulpos y los calamares, los cuales realizan ágiles movimientos de natación, a diferencia de los demás moluscos marinos que se desplazan lentamente; estos tienen una cabeza bien diferenciada, con ojos muy desarrollados y con el pie transformado en brazos y tentáculos. El pulpo carece de concha y el calamar posee una concha interna llamada pluma. En estos animales se origina por vez primera el *cartílago*.

Los quitones también conocidos como cucarachas de mar son otros moluscos que se les observa fuertemente adheridos a la superficie de las rocas de los

litorales costeros; la concha está formada por ocho placas imbricadas, semejantes a la disposición de las tejas en un tejado, alrededor de la concha posee un manto en forma de cinturón muy grueso y la cabeza está reducida.

Los colmillitos de elefante viven enterrados en la arena de los fondos marinos, estos no exceden los 10 cm. Su concha es curvada y muy frágil. Alrededor de la boca poseen varios tentáculos finos que le sirven para capturar el alimento; en ellos el intercambio de gases se verifica a través del manto.

Entre las principales amenazas a los moluscos marinos se encuentran la contaminación de las aguas costeras y de la plataforma, incrementos de la salinidad por encima de 40 partes por mil, la extracción indiscriminada de estos para la ornamentación y la pesca no sostenible.

Los moluscos constituyen la base fundamental de la alimentación y de la artesanía de varios grupos culturales de diferentes épocas y lugares; en la actualidad las conchas productoras de perlas son muy codiciadas. Se considera de gran importancia también la participación de los moluscos en la dieta humana; algunos moluscos causan perjuicios al hombre. Los moluscos perforadores de rocas y hormigón pueden abrir galerías en los pilotes o columnas de sostén de los muelles y almacenes portuarios, e incluso en los cascos de los barcos.

En Cuba, Carlos de la Torre Huerta (1858-1950), realizó numerosos aportes al estudio de los moluscos en los finales del siglo XIX y primera mitad del siglo XX; fue el descubridor en la isla de los ammonites, fósiles de moluscos marinos que se han utilizado para determinar la edad de las rocas de algunas regiones cubanas.

Después del triunfo de la Revolución cubana otros investigadores, como el Doctor en Ciencias Biológicas José Espinosa Sáez (1949), ha hecho innumerables contribuciones al conocimiento de este grupo, publicando más de un centenar de artículos en revistas nacionales y extranjeras.

José. M. Fernández Milera fue otro estudioso de los moluscos cubanos, su libro *Polymita* constituye una obra de valioso interés.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. ¿Cuáles son las características esenciales de los moluscos que permiten diferenciarlos de otros animales?
2. ¿Cómo se manifiesta la unidad y diversidad de los moluscos?
3. ¿Por qué los moluscos son importantes para la naturaleza y para el hombre?

8.14 Artrópodos. Características esenciales. Diversidad e importancia

Los artrópodos (gr. *arthros*, articulación y *podos*, pata), son animales que poseen *apéndices articulados* al cuerpo y al igual que los anélidos y los moluscos, presentan *simetría bilateral* y son *celomados*, pero el celoma es reducido como el de los moluscos.

El cuerpo de los artrópodos es segmentado, al igual que el de los anélidos, pero en estos se delimitan regiones que son: *cabeza*, *tórax* y *abdomen* bien diferenciados en los insectos (saltamontes, mariposa, mosquito, abeja). En otros casos, como los arácnidos (arañas, alacranes y garrapatas) y los crustáceos (langostas, cangre-

jos y camarones), la cabeza se fusiona con el tórax (*cefalotórax*). En algunos las regiones son la cabeza y el cuerpo, como es el caso de los ciempiés.

Los artrópodos poseen un *exoesqueleto quitinoso*, que es secretado por la epidermis y cubre todo el cuerpo, incluyendo los apéndices articulados, como son las patas, las alas, las antenas, este le sirve de sostén y de protección y limita la pérdida de agua en las especies terrestres.

Es necesario señalar que el exoesqueleto quitinoso de los artrópodos no es rígido en todas las partes del cuerpo, sino que presenta partes blandas que hacen posible la unión o articulación de cada segmento del cuerpo, incluidos los apéndices.

Es característico en los artrópodos el cambio periódico del exoesqueleto, a lo que se denomina *mudas*, en cuyo control intervienen hormonas. Durante las mudas el animal se desprende del exoesqueleto y así le es posible crecer.

Los artrópodos se definen entonces como animales que poseen apéndices articulados, segmentados, de simetría bilateral y celomados, con un exoesqueleto quitinoso que mudan periódicamente.

En los artrópodos el *sistema muscular* es complejo, diseñado para la acción rápida.

El *sistema digestivo* es *completo*, con piezas bucales constituidas por *maxilas* y *mandíbulas* que intervienen en la masticación de los alimentos, existen otras estructuras modificadas para la succión (quelíceros), como es el caso de los arácnidos. En los insectos existen innumerables formas de aparatos bucales. En la digestión intervienen glándulas digestivas; las sustancias nutritivas pasan a la sangre y los desechos son expulsados por el ano, situado en el extremo posterior del cuerpo.

El *sistema circulatorio* es *abierto* (lagunar), con un corazón dorsal, que distribuye la sangre por arterias que van a los órganos y los tejidos; de estos vuelven a los espacios del cuerpo (*hemocoele*) y al corazón. El pigmento respiratorio por lo general es la *hemocianina*.

Es conveniente destacar que en los insectos y otros artrópodos terrestres, la sangre no transporta el dióxigeno; en este caso los finos tubos ramificados de las tráqueas llegan directamente hasta las diferentes células del cuerpo cargadas de este gas y se produce la difusión a través del líquido intercelular.

El intercambio de gases se verifica por *branquias* en la mayor parte de los artrópodos acuáticos, por *tráqueas* en los terrestres, fundamentalmente los insectos, ciempiés y milpiés, y por *sacos pulmonares*, *libros pulmonares* o *pulmones* en los arácnidos.

La excreción se verifica mediante diferentes tipos de órganos excretores.

En los artrópodos el *sistema nervioso* es *complejo*, por eso responden con gran eficiencia ante los estímulos, poseen órganos de los sentidos constituidos por antenas, anténulas, pelos sensitivos, ojos simples y compuestos, órganos auditivos y órganos sensoriales que intervienen en el equilibrio.

Algunos insectos poseen células que pueden diferenciar las longitudes de ondas de la luz que reciben, o sea, son sensibles a los colores y en las antenas y cerca de la boca se localizan otras estructuras sensitivas que detectan variaciones de la temperatura.

Los artrópodos son generalmente *unisexuales* y es común que los machos sean distintos que las hembras, la fecundación casi siempre es interna y pueden ser *ovíparos*, *ovovivíparos* y *vivíparos*.

Durante el desarrollo embrionario por lo general hay *metamorfosis* con una o varias fases larvarias.

Diversidad e importancia

Los artrópodos son animales acuáticos y terrestres y son los únicos no cordados que han invadido el ambiente aéreo, se hallan a alturas superiores a los 6 000 m en las montañas y a profundidades de más de 5 500 m en el océano. Algunas especies son parásitos de plantas y animales, y son los únicos no cordados que han logrado vivir en sociedad, donde se manifiesta la división de funciones, como son los casos de las hormigas, las abejas, las avispas y los comejenes.

Los insectos tienen hábitat terrestre, al igual que los arácnidos, sin embargo, los crustáceos son generalmente acuáticos.

La diversidad de los artrópodos se manifiesta también en los apéndices; por ejemplo, los arácnidos poseen cuatro pares de patas; los crustáceos, como los cangrejos, las langostas y los camarones tienen cinco pares, en muchos casos las primeras modificadas en muelas; otros poseen siete pares, como son las cochinillas de humedad; los insectos siempre tienen tres pares.

Otros apéndices, como las antenas, están presentes en los crustáceos en número de dos pares y en los insectos un par; los arácnidos no poseen antenas.

En el amplio grupo de los artrópodos, los únicos que poseen alas son los insectos, que por lo general son dos pares, y que en algunos están reducidas o ausentes.

Tomando en cuenta la variada diversidad de los artrópodos, los diferentes grupos de ellos se pueden diferenciar, ya que los arácnidos se caracterizan por poseer el cuerpo dividido en cefalotórax y abdomen, cuatro pares de patas, presencia de quelíceros y la ausencia de antenas; los crustáceos, al igual que los arácnidos, tienen el cuerpo dividido en cefalotórax y abdomen, pero poseen por lo general un número variable de patas, con mandíbulas y maxilas y dos pares de antenas y los insectos que poseen el cuerpo dividido en cabeza, tórax y abdomen, tres pares de patas, dos pares de alas, mandíbulas y maxilas y un par de antenas.

Los crustáceos constituyen uno de los grupos de mayor diversidad, densidad y abundancia en el hábitat marino y los insectos son los más numerosos y ampliamente distribuidos.

Los artrópodos son importantes para la naturaleza y para el hombre, la picadura de algunas arañas y escorpiones puede provocar hasta la muerte en el hombre. Sin embargo, el veneno de ciertas especies de alacranes cubanos se utiliza hoy día en la fabricación de vacunas para emplearlas en la cura del cáncer. Las garrapatas, por lo general, parasitan externamente a los animales silvestres y domésticos, como ranas, iguanas, jicoteas, algunas aves y mamíferos como el caballo, el perro, e incluso, el hombre.

Muchos crustáceos, son comestible, como el camarón, la langosta o el cangrejo moro, y tienen alta demanda en el mercado internacional, por lo que constituyen un renglón exportable. Los pequeños crustáceos, así como sus larvas, juegan un importante rol en el ciclo del alimento para muchos peces y otros animales acuáticos; numerosos crustáceos terrestres son formadores de suelos o contribuyen al reciclaje de los nutrientes, otros son hospederos intermediarios de parásitos del hombre y otros animales.

Las mayores amenazas en el caso de las especies comerciales, son la pesca no sostenible y el deterioro de los hábitats de reproducción y cría y para todas las especies de crustáceos, el incremento de la salinidad y la contaminación.

No existe en el mundo una persona que no tenga relación alguna con los insectos; algunos son hospederos intermediarios de diferentes enfermedades, como es el caso del conocido mosquito *Aedes aegypti*, transmisor de los virus de la fiebre amarilla y el dengue hemorrágico, este último utilizado en la guerra biológica contra Cuba que causó la muerte a 101 niños y la mosca doméstica, vector de la disentería amebiana. Otros constituyen plagas de los cultivos y destruyen alimentos almacenados. La ropa, alfombras y pieles, son devoradas por las polillas. Sin embargo, muchos insectos son beneficiosos, como es el caso de la abeja y el gusano de seda; una gran parte de ellos polinizan las flores, otros son utilizados como controladores biológicos y su importancia biológica está dada por su utilidad como indicadores de la conservación de las áreas naturales y de la contaminación ambiental (mariposas).

Este grupo de animales ha tenido tanto éxito en la vida en la Tierra debido a innumerables adaptaciones como son: un exoesqueleto versátil; la segmentación y los apéndices que permiten un movimiento más eficaz; un sistema respiratorio muy eficiente; órganos sensoriales altamente desarrollados y los patrones de comportamiento son complejos.

En Cuba se reportan 8 especies de arácnidos vulnerables, 2 especies de crustáceos en peligro crítico de extinción, una en peligro y 4 vulnerables y en los insectos hay 7 en peligro y 6 vulnerables, para un total de 28 especies de artrópodos amenazadas.

Muchos son los investigadores que se han dedicado al estudio de los artrópodos en Cuba, entre ellos figuran: Fernando Antonio de Sayas Muñoz (1912-1983), quien escribió 8 tomos sobre los insectos cubanos; el Doctor en Ciencias Biológicas Luis Felipe de Armas Chaviano, el cual ha sido un gran estudioso de los arácnidos cubanos, con especial interés en los alacranes y con varios libros publicados como *El alacrán* y *Sinopsis de los escorpiones antillanos* y más de 200 artículos científicos escritos; el Dr. Giraldo Alayón García, especialista en arañas, del cual se destacan las obras *Biodiversidad de las arañas* y *Las arañas endémicas de Cuba*.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. ¿Qué diferencias y semejanzas se observan entre los anélidos, los moluscos y los artrópodos?
2. ¿Cuáles son las características esenciales de los arácnidos, los crustáceos y los insectos?
3. ¿Por qué los artrópodos se consideran los animales mejor adaptados del planeta Tierra?
4. ¿Cómo se manifiesta la diversidad e importancia de los artrópodos?

8.15 Equinodermos. Características esenciales. Diversidad e importancia

Los equinodermos (gr. *Echinos*, erizo y *derma*, piel) se caracterizan generalmente por la presencia de púas o espinas en el cuerpo; son animales netamente marinos residentes de los fondos. A diferencia de los demás grupos celoma-

dos, los equinodermos poseen una *simetría radial* en el estado adulto y *bilateral* en la larva y no se observa cabeza ni segmentación alguna.

Una característica única en este grupo es la presencia de un *esqueleto interno* (endoesqueleto) formado por piezas (*osículos*) de carbonato de calcio, cada osículo está compuesto por un solo cristal de calcita, estos pueden estar móviles o fijos y a menudo con espinas; en los pepinos de mar los osículos son por lo general microscópicos.

El celoma amplio denominado *hidrocele*, convertido en un sistema de vasos que contienen agua, del que parten ramas tentaculares (*pies ambulacrales*) que penetran en la pared del cuerpo, actúa como un sistema orgánico polivalente, capaz de solucionar las necesidades de intercambio de gases, locomotoras, nutritivas, de percepción sensorial o de varias combinadas.

En la mayoría de los equinodermos los tubos acuíferos del celoma terminan en formaciones especializadas a nivel de la pared del cuerpo, o de su esqueleto, llamados ambulacros o pies ambulacrales que conjuntamente con las espinas intervienen en la locomoción de algunos equinodermos, como es el caso de los erizos. Al sistema de tubos conectados al celoma o (hidrocele), se le llama *sistema acuífero ambulacral*.

Hasta aquí se puede concluir que *los equinodermos son animales con espinas o púas en el cuerpo, netamente marinos, de simetría bilateral en la fase larvaria y radial en su estado adulto, celomados, con un endoesqueleto formado por piezas calcáreas y un sistema acuífero ambulacral*.

El *sistema digestivo* de los equinodermos no es complejo, a menudo es incompleto, pues algunos de sus representantes no poseen ano.

Muchos equinodermos poseen branquias y por lo general están desprovistos de estructuras excretoras.

El *sistema nervioso* está formado por uno o varios anillos y nervios radiales, en los que se presencian células sensitivas táctiles y olfatorias.

Los sexos están separados (las excepciones son raras), no hay dimorfismo sexual, las gónadas son grandes, con conductos simples, huevos abundantes, de ordinario fecundados en el mar, larvas microscópicas, ciliadas, transparentes y nadadoras con notables metamorfosis. Las especies vivíparas son pocas, algunas especies se reproducen asexualmente por división y muchas regeneran las partes perdidas rápidamente.

Diversidad e importancia

Los equinodermos están formados por unas 7 000 especies, las cuales son exclusivamente marinas.

En Cuba han sido reportadas más de 400 especies; se encuentran desde las zonas litorales hasta las aguas más profundas, en los manglares, los arrecifes coralinos, las bahías, las costas rocosas abiertas y los fondos de sustrato con partículas (arenosas y fangosas, con o sin vegetación).

Dentro de los equinodermos se encuentran los erizos de mar, las estrellas de mar, las estrellitas frágiles o estrellitas serpientes, los pepinos y los lirios de mar.

Este grupo tiene una gran importancia por su abundancia (en densidad y en algunos casos también en biomasa) en las comunidades de no cordados marinos que viven en el fondo.

En los arrecifes coralinos, el erizo negro es uno de los herbívoros más importantes, ya que controla las densidades de las macroalgas, impidiendo el

cubrimiento indiscriminado de las mismas. La mortalidad masiva de este erizo, ocurrida a partir de 1983, ha ocasionado daños en los arrecifes del Caribe.

Algunos equinodermos tienen un alto valor como productores de sustancias biológicamente activas. Se ha comprobado que los pepinos de mar producen sustancias con actividad antitumoral y antileucémica, antimicóticas (contra hongos) y antibactericidas. Se ha comprobado que cierta especie de estrella frágil contiene sustancias que retardan la muerte de ratones con leucemia.

Las huevas (gónadas) de ciertas especies de erizos son consumidas por su alto valor nutritivo.

Los pepinos de mar han sido utilizados principalmente en los países asiáticos, donde son preparados en diversas formas, siendo las más divulgadas el *trepán* o *beche de mar*.

Constituyen amenazas para los equinodermos, las epidemias, la contaminación marina, los arrastres pesqueros y la hipersalinización.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. La estrella de mar posee diferencias marcadas con relación al erizo de mar; sin embargo, ambos son equinodermos. ¿Qué características poseen que hacen que se incluyan en el mismo grupo?
2. ¿Cuáles son las características distintivas de los anélidos, los moluscos, los artrópodos y los equinodermos, con relación a los poríferos, los celenterados, los platelmintos y los nematelmintos?

8.16 Protección de los animales no cordados. Medidas de control contra sus efectos perjudiciales

Cuando se estudia a los animales no cordados, se comprende la necesidad de su protección, pues muchos de ellos reportan grandes beneficios a la naturaleza y al hombre.

Se recordará que las esponjas, al igual que los corales, son excelentes indicadores biológicos y que tienen un alto valor estético y comercial; se destacó además, cómo los corales son fuentes de muchos recursos pesqueros de calidad, que constituyen refugios de gran cantidad de animales, que poseen gran valor educacional y científico y que son indicadores de la calidad de las aguas marinas y de los efectos de los cambios climáticos globales.

En ríos, lagos, presas y mares, habitan especies de animales no cordados de importancia alimenticia como camarones, langostas, calamares, ostiones y otras.

Algunos se utilizan como controladores biológicos y otros juegan un importante papel en la cadena alimentaria.

Numerosos representantes de los animales no cordados son endémicos de Cuba, como es el caso de los caracoles terrestres y las bellas mariposas.

Sin embargo, la deforestación; los incendios que afectan a los bosques, ya sea por efectos naturales o por la acción irresponsable del hombre; las catástrofes naturales, como ciclones, *tsunamis* y terremotos; la contaminación de los

ríos y los mares por los residuales urbanos, agrícolas e industriales; el aumento de la temperatura y de la salinidad de las aguas marinas; la disminución de los nutrientes y del dióxígeno, son factores que atentan contra la vida de los no cordados, influyendo en el equilibrio de la naturaleza.

En Cuba existen más de una decena de animales no cordados en peligro crítico de extinción, destacándose las polimitas, los ligus, el cangrejo moro y algunas esponjas y corales.

Es por ello que se hace necesario cuidar uno de los tesoros más valiosos que puede tener un pueblo: su fauna.

En Cuba se dedican grandes esfuerzos tanto a la utilización de los animales beneficiosos como a combatir a aquellos que causan algunos daños. En la agricultura, la medicina, la veterinaria y la salud pública se invierten numerosos recursos.

En la vida del hombre es evidente la lucha que este hace contra algunos animales que causan daños, como platelmintos, nematelmintos y artrópodos, por lo que se hace necesario tener en cuenta medidas de control, como evitar la contaminación de los suelos con huevos de platelmintos y nematelmintos y en especial las zonas próximas a donde juegan los niños; evitar el fecalismo al aire libre; educar a la población en la necesidad del lavado de las manos después de defecar y antes de tocar los alimentos, así como de lavar bien los vegetales y no ingerir los alimentos que hayan caído al suelo; la necesidad de cocinar bien las carnes y hervir el agua de tomar; a no usar el afluyente de los alcantarillados para el riego de los pastos o en los cultivos de los organopónicos; no permitir el acceso de los cerdos a las heces fecales humanas; no andar descalzos y tener una adecuada higiene personal, colectiva y ambiental.

Son numerosos los insectos que constituyen plagas de las plantas de cultivo y causan también enfermedades al hombre, tal es el caso del mosquito *Aedes aegypti*, transmisor de varias enfermedades, o los molestos piojos, responsables de la pediculosis; muchas garrapatas infectan a los no cordados y cordados, y en el caso del hombre la sarna es producida por un tipo de arácnido (ácaro), que afecta la piel ocasionando graves lesiones por no mantener una adecuada higiene personal.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. ¿Por qué se hace necesario proteger a los animales no cordados?
2. ¿Qué medidas de control utiliza el hombre contra los animales no cordados que le producen efectos perjudiciales?
3. Elabora un mapa conceptual a partir de los siguientes conceptos: celomados, simetría radial, simetría bilateral, pseudocelomados, acelomados, animal, asimétricos, artrópodos, celenterados, platelmintos, nematelmintos, moluscos, anélidos y equinodermos.

CAPÍTULO 9

Animales cordados

En la unidad anterior se abordó el estudio de los no cordados, que incluyen los animales pertenecientes a los grupos desde los poríferos hasta los equinodermos.

Entre los no cordados existen animales de simetría radial y bilateral, la primera se hace muy evidente en los celenterados, aunque los equinodermos en la fase adulta la poseen y la segunda se observa en los platelmintos y demás grupos. Con relación a las capas germinales se puso de manifiesto la presencia de dos capas, una interna y otra externa en los celenterados y a partir de los platelmintos, todos los demás animales poseen tres capas. Se hizo referencia además, a que los poríferos no poseen tejidos, pero que en los celenterados se hace patente, aunque no existen sistemas de órganos, ya que los sistemas de órganos se originan en los platelmintos. También se pudo evidenciar que dentro de los no cordados hay animales acelomados, pseudocelomados y celomados.

9.1 Los cordados. Características esenciales. Diversidad

Los cordados se caracterizan porque poseen *simetría bilateral*, tres capas germinales, son *celomados* y poseen *sistemas de órganos*, pero hay tres características esenciales que los diferencian de los demás grupos de animales, pues todos, durante alguna fase de su vida, presentan, a lo largo de la parte dorsal del cuerpo, una estructura semejante a una cuerda o varilla resistente y elástica llamada *notocordio*, de vital importancia en el sostén del cuerpo.

Es también característico en todos los cordados, en alguna fase de su desarrollo individual, la presencia de un *cordón nervioso dorsal* por encima del notocordio, a diferencia de aquellos no cordados en los que se localiza en posición ventral.

Otra de las características esenciales de los cordados es que en alguna fase de su desarrollo individual se aprecian *hendiduras a ambos lados de la faringe*.

Se concluye entonces que *los cordados son aquellos animales que poseen simetría bilateral, celomados, que presentan, en alguna etapa de su desarrollo individual, un notocordio a lo largo de la región dorsal del cuerpo, un cordón nervioso sobre el notocordio y hendiduras a ambos lados de la faringe*.

9.2 Los vertebrados. Características esenciales. Diversidad e importancia y necesidad de su protección

En el amplio grupo de los cordados existen animales de menor complejidad y de mayor complejidad. Los primeros son marinos, de pequeño tamaño y muchos viven fijos; los segundos son acuáticos y terrestres y han conquistado también el aire y son los conocidos como vertebrados.

Los vertebrados son los cordados que presentan columna vertebral, la que le da sostén al cuerpo, y el cráneo que protege al encéfalo.

El endoesqueleto de los vertebrados, a diferencia del exoesqueleto que poseen los artrópodos y el endoesqueleto de los equinodermos, está constituido por tejidos, y sus células aumentan en número y tamaño, por lo que el esqueleto crece conjuntamente con el resto del cuerpo y forma una armazón más adecuada a soportar el peso del cuerpo; es por ello que en los vertebrados se encuentran los animales de mayor tamaño, lo que posibilitó el mayor desarrollo y complejidad de sus sistemas de órganos.

En los vertebrados se aprecia además una musculatura bien desarrollada, que, conjuntamente con el esqueleto, permiten el movimiento del cuerpo, con la eficaz ayuda del sistema nervioso, que está mucho más especializado que en los no cordados, ya que en ellos se observa médula espinal y un encéfalo. Como en la generalidad de los animales, es característica la secreción de hormonas, las cuales se producen en las glándulas.

El cuerpo de los vertebrados se divide, de forma general, en cabeza, tronco y cola. En el tronco se encuentran, generalmente, dos pares de apéndices, que son las extremidades anteriores y posteriores en aquellos animales que realizan la locomoción en cuatro patas; en el caso de las aves, las extremidades anteriores se modifican en alas; en el hombre se les llama extremidades superiores e inferiores.

El cuerpo de los vertebrados posee un recubrimiento externo que vulgarmente se le llama piel (*tegumento*), estructura que lo limita y, a la vez, lo relaciona con el medio ambiente. Su función, fundamentalmente, es de protección, consta de dos capas: la epidermis externamente y la dermis internamente. El tegumento o la piel de los vertebrados sufre numerosas modificaciones, así se pueden observar: escamas, pelos, plumas, cuernos y otras.

El *sistema digestivo* es *completo* y en algunos representantes se modifica tomando en cuenta el tipo de alimentación y el intercambio de gases se verifica por lo general en las *branquias* o en los *pulmones*.

Al igual que los anélidos y algunos moluscos, como el pulpo y el calamar, el *sistema circulatorio* es *cerrado*, en el que se distingue el corazón con un número variable de aurículas y ventrículos, según la complejidad de los animales. La sangre no solo transporta dioxígeno y dióxido de carbono, sino también nutrientes, hormonas y sustancias de excreción.

Es característica en un gran número de vertebrados la presencia de *cloaca*.

Los vertebrados son generalmente unisexuales y la fecundación puede ser externa o interna, entre ellos se encuentran animales ovíparos, ovovivíparos y vivíparos.

Los vertebrados muestran muchos beneficios y son indispensables para la vida del hombre, desde épocas primitivas cuando eran utilizados como alimento. De ellos también tomaban la piel como abrigo, otros le servían para ayudarlo en el trabajo y hasta llegó a domesticarlos.

En la actualidad, los vertebrados no solo constituyen una fuente de alimentación humana, sino también de otros animales. Se utilizan en investigaciones científicas, permitiendo obtener grandes logros en el campo de la medicina. Las aves embellecen los campos con su canto y colorido y muchas de ellas constituyen símbolos patrios, como es el caso del tocororo, ave nacional de Cuba.

Los vertebrados juegan un importante papel en la naturaleza, pues muchos de ellos son controladores biológicos de plagas, como es el caso de los anfibios, y otros forman parte de la cadena de alimentación.

Tomando en consideración los ejemplos expuestos en párrafos anteriores, se hace necesaria la intervención directa del hombre para proteger a los vertebrados.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Todos los vertebrados son cordados, pero no todos los cordados son vertebrados. Argumenta.
2. ¿Qué diferencias existen entre el endoesqueleto de los vertebrados y el exoesqueleto y el endoesqueleto de los artrópodos y los equinodermos, respectivamente?

9.3 Los peces. Características esenciales. Diversidad e importancia de los peces

Los peces son los animales que predominan en el medio ambiente acuático y el dioxígeno lo toman directamente del agua por las *branquias*, que están especializadas en esta función, las cuales en el pargo, la cherna, la tilapia y otros peces, son cuatro pares cubiertas por una placa ósea, el *opérculo*. En los tiburones se encuentran en número de cinco a siete pares y se comunican con el exterior por medio de las *hendiduras branquiales*.

Los peces se trasladan mediante las aletas, que pueden ser pares e impares, y su cuerpo está cubierto por escamas, que intervienen en la protección del mismo.

Se concluye que *los peces son vertebrados acuáticos, con respiración branquial, cuerpo generalmente cubierto de escamas y apéndices en forma de aletas*. Estas características expuestas constituyen adaptaciones de los peces a la vida en el agua, aunque no son las únicas.

El cuerpo fusiforme de los peces facilita su rápido desplazamiento en el agua; su sentido del olfato se encuentra muy desarrollado, en especial en los tiburones; la línea lateral, característica exclusiva de algunos peces como la rabirrubia, el bonito, la tilapia y otros, constituye una estructura sensorial que les posibilita percibir variaciones del medio ambiente, como los cambios de presión en el agua.

El *sistema circulatorio* en estos animales es *cerrado* y el corazón presenta una aurícula y un ventrículo y vasos sanguíneos ramificados por todo el cuerpo. La circulación es sencilla y completa; sencilla, porque en el recorrido de la sangre por el cuerpo pasa una vez por el corazón, y completa, porque la sangre rica en dióxígeno no se mezcla con la que contiene dióxido de carbono.

Los peces, por lo general, son unisexuales; en unos la fecundación es externa, como es el caso del pargo y en otros es interna como sucede en muchos tiburones. Pueden ser ovíparos, vivíparos y ovovivíparos.

Se conocen aproximadamente 26 000 especies diferentes de peces y su diversidad es amplia. Por ejemplo: la forma del cuerpo de un pargo no es igual a la de un tiburón o una manta; la boca en el pargo es anterior, mientras que en los tiburones y las mantas es ventral. Hay peces que tienen esqueleto óseo, como el pargo, la claria, la cherna y se les llama peces óseos; otros tienen el esqueleto cartilaginoso, como los tiburones, las rayas y las mantas y son llamados peces cartilaginosos.

La respiración en los peces óseos se verifica por cuatro pares de branquias y en los peces cartilaginosos, por cinco a siete pares de hendiduras branquiales que no están protegidas por un opérculo, como en los peces óseos.

Muchos peces óseos poseen vejiga natatoria, situada debajo de la columna vertebral, la cual contribuye a equilibrar la presión interna del pez con respecto a la que recibe del medio ambiente y así se garantiza el equilibrio hidrostático. Los tiburones no poseen vejiga natatoria. También existe diversidad en los peces en cuanto al color, las escamas, tipos y localización de las aletas, hábitos alimenticios y otros.

Los peces son importantes como integrantes de la cadena de alimentación en el ambiente acuático. Sus huevos y pequeñas larvas forman parte del plancton. Estos vertebrados acuáticos constituyen una fuente de alimentación para el hombre y para los animales, pues la harina de pescado se utiliza en la alimentación del ganado y de las aves de corral.

Los conocidos guajacones, algunos endémicos de Cuba, son excelentes controladores biológicos de las larvas de mosquitos.

En los mares cubanos, a partir del año 2007, se produjo la invasión del llamado pez león, oriundo de los océanos Índico y Pacífico, que en solo poco más de un año se ha extendido a casi toda la plataforma, aunque aún sus poblaciones son poco densas. Se trata de un voraz depredador capaz de provocar drásticas alteraciones ecológicas en los hábitats que coloniza y constituye un serio peligro para la diversidad marino-costera, la pesca y el turismo marítimo.

El pez gato, introducido para cultivo en algunos embalses, ha invadido prácticamente todos los acuatorios de agua dulce del país, produciendo afectaciones a otras especies asociadas a su modo de vida.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. ¿Cuáles son las adaptaciones de los peces al medio ambiente acuático?
2. ¿Por qué se plantea que los peces poseen una circulación sencilla y completa?
3. Los peces son importantes en la naturaleza y para la vida del hombre. Valora esta afirmación.

9.4 Tetrápodos. Características esenciales.

Diversidad de tetrápodos

La palabra tetrápodos deriva del griego *tetra*, que significa cuatro, y *podo*, que significa patas. Por lo tanto, los tetrápodos son vertebrados, en su mayoría terrestres y con cuatro patas, las que pueden estar reducidas, ausentes en algunos como los majaes y las culebras, o modificadas en alas o paletas, como una adaptación al medio donde viven.

Los tetrápodos, a diferencia de los vertebrados que hasta este momento ustedes han estudiado, están adaptados para la vida en un ambiente terrestre. Ellos, a lo largo de la evolución, han sufrido una serie de transformaciones en su anatomía y fisiología que les permitieron el tránsito hacia la vida en la tierra; por lo que la protección del cuerpo para soportar la falta de agua, la forma en que realizan el intercambio de gases y hasta el tipo de fecundación, entre otros, han sufrido modificaciones de consideración.

Los tetrápodos son animales *generalmente terrestres*, aunque algunos pasan las primeras fases de su desarrollo en el agua y otros, como las ballenas, los delfines y algunas tortugas, permanecen en este medio durante toda la vida. Todos presentan un *endoesqueleto óseo* y la mayoría poseen *cuatro extremidades* que les permiten la locomoción. El cuerpo está cubierto por una *piel*, que puede ser desnuda o presentar diferentes modificaciones, como escamas, escudetes, plumas, pelos, etcétera.

La *respiración* fundamentalmente es *pulmonar*, independientemente del medio donde vivan. A diferencia de los peces, donde los orificios nasales solo tienen función olfatoria, en los tetrápodos, además, permiten el paso del aire hacia las vías respiratorias.

Poseen un *sistema circulatorio* formado por un corazón con tres o cuatro cavidades, el que bombea la sangre a través de venas, arterias y capilares a las diferentes partes del cuerpo. A diferencia de los peces, la *circulación es doble*, ya que la sangre en su recorrido pasa dos veces por el corazón. En muchos la *circulación es incompleta*, debido a que la sangre cargada de dióxígeno se mezcla dentro del corazón con la cargada de dióxido de carbono.

Presentan un *sistema excretor desarrollado*, con riñones y conductos excretores que se abren de manera independiente al exterior o a una cloaca, donde también confluyen los sistemas digestivo y reproductor.

El *sistema digestivo* posee alto grado de desarrollo. Algunos presentan adaptaciones en la boca, en dependencia a la forma y hábitos de alimentación (diferentes tipos de picos y dientes).

Los tetrápodos son unisexuales. En las ranas, la fecundación es externa, y en otros como las lagartijas, las palomas y el gato, es interna. Algunos son ovíparos, otros son vivíparos y muy pocos son ovovivíparos. En la mayoría, los hijos nacen con características parecidas a los padres, aunque hay casos que tienen que sufrir un proceso de metamorfosis, donde hay una fase larval que sufre una serie de transformaciones hasta convertirse en un organismo adulto.

Entre todas las características descritas anteriormente, hay algunas que solo se manifiestan en los tetrápodos, y por tanto son las esenciales, suficientes y necesarias para su identificación como grupo.

Los tetrápodos son los vertebrados que tienen respiración pulmonar en estado adulto, corazón dividido en tres o cuatro cavidades, circulación doble y que en

su mayoría tienen fecundación interna, viven en el ambiente terrestre y poseen cuatro extremidades.

Diversidad de tetrápodos

En el archipiélago cubano existe una variada y rica fauna de tetrápodos, que se caracteriza por ser pobre en mamíferos y relativamente rica en anfibios, reptiles y aves. Un gran número de estas especies solo se encuentran en Cuba, por lo que el endemismo es alto en todos los grupos.

En Cuba viven 58 especies de anfibios, entre los que se encuentran las ranas, los sapos y las ranitas, de los cuales 55 son endémicas y además poseen una amplia distribución en todo el territorio nacional. La rana platanera habita en los árboles, en las cuevas y hasta en las propias casas. Las ranitas, comúnmente llamadas colines, son las más abundantes y las de menor tamaño; basta señalar que en la Sierra Maestra vive una que no sobrepasa los 9 mm, y se considera el vertebrado más pequeño de Cuba y uno de los de menor talla a nivel mundial. Existen 7 especies de sapos, los que tienen un aspecto verrugoso y generalmente se encuentran en los bosques, debajo de las piedras o en galerías construidas para protegerse de la desecación.

Los reptiles constituyen otro grupo que presenta una gran diversidad y distribución en Cuba; por ejemplo, la jicotea y las tortugas marinas, adaptadas a vivir en el agua y con el cuerpo cubierto por un gran caparazón. Las serpientes se caracterizan por no presentar patas y están representadas por los majaes, las culebras y los jubos; algo muy importante es que ninguna de las serpientes cubanas es venenosa. Las lagartijas, los chipojos, las bayoyas y los camaleones son los reptiles más abundantes y manifiestan una gran variación de formas, tamaño y color. Por otra parte, los de mayor talla son los cocodrilos, representados por dos especies que viven en las zonas cenagosas, en algunos ríos y sus respectivas desembocaduras al mar.

Las aves son los tetrápodos más abundantes en Cuba; a pesar de ello, la condición de isla de nuestro país y la capacidad de volar que poseen las aves, hace que el porcentaje de especies endémicas sea menor que en anfibios y reptiles. También ellas manifiestan una gran diversidad. Por ejemplo: dentro de las aves acuáticas se encuentran los pelícanos, las gaviotas y las corúas, las que poseen adaptaciones en sus picos y en sus patas para poder pescar los alimentos y nadar en este medio. Las aves nocturnas, como las lechuzas, poseen una gran agudeza visual, lo que les permite distinguir sus presas en la oscuridad de la noche. Hay otro grupo al que pertenecen aves más pequeñas, de colores muy vistosos y un canto muy melodioso, como el de los tomequines y los azulejos. Hay otras, como los flamencos y las grullas, que sus patas son muy largas, característica esta que les permite andar en las zonas fangosas donde viven. Una gran variedad de patos, gavilanes y pájaros carpinteros forman también parte de la abundante fauna de aves cubanas.

En el archipiélago cubano la fauna de mamíferos se caracteriza por su pobre diversidad, la ausencia de grandes depredadores y su alto endemismo. A pesar de su baja diversidad se encuentran muy bien distribuidos en todo el territorio nacional; por ejemplo, los murciélagos habitan en cuevas, bosques y hasta en las propias ciudades; las jutías, muy bien representadas en los bosques y cayos cubanos; el manatí y los delfines que viven en los ríos y los mares, respectivamente; de singular importancia, el almiquí, considerado el mamífero más anti-

guo de Cuba, cuya distribución está restringida a las zonas boscosas de las sierras de Nipe y de Cristal. También muy relacionados con el hombre están el perro, el gato, el caballo y la vaca.

Debido a su gran dispersión, y a que los tetrápodos viven en diferentes hábitats, en ellos se manifiesta una gran diversidad en las estructuras y en la forma en que realizan las principales funciones. Por ejemplo, las ranas tienen las extremidades posteriores con membranas entre los dedos, lo que les facilita la natación; las lagartijas, las palomas y los gatos presentan los dedos terminados en garras, lo que les favorece la locomoción en superficies sólidas.

La respiración en estos animales es generalmente a través de pulmones, pero en el caso de las ranas, donde estas estructuras tienen poco desarrollo, también la piel y la mucosa bucal participan en el intercambio de gases.

La circulación es también diversa en los diferentes tetrápodos. Mientras que en las ranas y las lagartijas es incompleta porque la sangre se mezcla dentro del corazón; en el gato y la paloma es completa, ya que nunca hay mezcla de sangre, y por tanto, se hace un uso más racional del dioxígeno.

También la forma en que ocurre la fecundación es diferente. En los tetrápodos que han alcanzado una mayor independencia del agua, es interna, mientras que en las ranas y otros anfibios, es externa y tiene que ocurrir la misma en el agua o en lugares húmedos.

Los huevos de las lagartijas y las gallinas, a diferencia de los de las ranas, están protegidos por una cáscara dura. La presencia de esta cáscara dura y de otras membranas protectoras en sus huevos, constituyen adaptaciones al medio ambiente terrestre, ya que impiden su desecación y por tanto, la muerte del embrión. Hay otros tetrápodos, como el conejo, en los que el desarrollo del embrión ocurre dentro del aparato reproductor femenino. En estos casos se forma una placenta, que tiene gran importancia, ya que por medio de ella y del cordón umbilical llegan al embrión las sustancias alimenticias y el dioxígeno.

Los científicos dividen a los tetrápodos en cuatro grupos: anfibios, reptiles, aves y mamíferos.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. De las características que te damos a continuación, marca con una equis (X) las que se corresponden con los tetrápodos.
☐ Respiración a través de pulmones.
☐ La mayoría con fecundación externa y reproducción ovípara.
☐ Corazón dividido en tres o cuatro cavidades.
☐ Circulación doble.
☐ La mayoría posee fecundación interna.
2. ¿En qué te basarías para clasificar a los anfibios, los reptiles, las aves y los mamíferos como tetrápodos y no como peces?
3. Entre los peces primitivos y los anfibios existe una gran relación evolutiva. Argumenta la anterior afirmación.

9.5 Anfibios, reptiles, aves y mamíferos.

Características e importancia

La palabra anfibio proviene del griego *amphi*, que significa doble y *bios*, que significa vida. A este grupo de tetrápodos pertenecen las salamandras, las cecilias, los sapos, las ventorrillas, los colines y las ranas.

La mayor parte de los *anfibios* habita durante una fase de su vida en el agua y durante la otra en la tierra. Fueron los primeros vertebrados que pudieron vivir fuera del agua, por lo menos en su fase adulta. En su paso del agua a la tierra, los anfibios han desarrollado *patas* en lugar de aletas, y *pulmones* en lugar de branquias.

Los anfibios habitan en el agua, en lugares húmedos y sombreados, evitan las altas temperaturas y la sequedad, ninguno vive en aguas saladas. La mayoría son especies tropicales.

Los anfibios son animales que por lo general no alcanzan gran tamaño, su longitud más frecuente oscila entre 8 cm y 24 cm. Se caracterizan por poseer *cuatro extremidades*, aunque algunos, como las cecilias, carecen de ellas. En las ranas, las extremidades posteriores son mayores que las anteriores y poseen membranas entre los dedos; sin duda estas son adaptaciones que les permiten saltar en la tierra y nadar en el agua. La *piel es húmeda*, con gran cantidad de glándulas, algunas de las cuales producen sustancias venenosas.

El intercambio gaseoso se realiza por medio de los *pulmones*, la *mucosa bucal*, la *piel* y a través de *branquias* en la fase larval y algunos adultos. El corazón posee tres cavidades y en su interior se mezcla la sangre cargada de dióxido de carbono con la cargada en dióxido de carbono; además, existen dos circuitos sanguíneos, por lo que la *circulación es doble e incompleta*. La excreción se realiza a través de riñones y conductos que se abren en la cloaca.

Las ranas y los sapos adultos solo ingieren alimentos que se encuentren en movimiento, sobre todo insectos y arañas. Su actividad fundamentalmente la realizan en la noche y en este horario son controladores biológicos de muchos insectos perjudiciales al hombre.

Los sexos están separados, la *fecundación* es generalmente *externa*, la *reproducción* es *ovípara*, la mayoría con *fase larvaria y metamorfosis*. Los huevos, recubiertos por una capa gelatinosa poco resistente, tienen que desarrollarse en el agua o en lugares húmedos.

Los tetrápodos que, como las ranas y los sapos, presentan, entre otras características, piel desnuda con numerosas glándulas mucosas, circulación incompleta, generalmente con fecundación externa y reproducción ovípara, respiración branquial durante la fase larval, pero por pulmones, la piel y la mucosa bucal en el estado adulto, se les denomina anfibios.

La palabra reptiles, proviene del latín *rept* que significa arrastrarse; comprenden un grupo de tetrápodos muy bien representados en la fauna de Cuba, entre los que podemos mencionar: lagartijas, jicoteas, carey, caguamas, bayo-yas, camaleones, serpientes, cocodrilos, entre otros. Ellos manifiestan una gran variedad de formas, tamaño y hábitos de vida.

Los *reptiles* se originaron de anfibios primitivos hace aproximadamente 320 millones de años, constituyen los primeros vertebrados netamente adaptados a vivir en la tierra firme. No dependen del agua para su reproducción, pues pre-

sentan huevos con cáscara resistente y membranas que protegen al embrión de los golpes y la desecación.

Las especies actuales abundan en los trópicos y son muy escasos en las zonas templadas, no viven en los climas muy fríos porque esas condiciones son adversas para el desarrollo de estos organismos que no poseen mecanismos para la regulación de la temperatura del cuerpo.

La mayor parte de los lagartos y las serpientes pueden ser terrestres, arbo-ricolas, cavernícolas, viven en las rocas y junto al hombre. Son grandes consumidores de insectos, y la mayoría de las serpientes son efectivos controladores de roedores, de ahí la importancia de proteger estas especies.

Los reptiles tienen el *cuerpo cubierto por escamas* y en ocasiones por *escudetes* o *caparazones*. A diferencia de los anfibios, en su piel existen muy *pocas glándulas*. Generalmente poseen *cuatro extremidades* adaptadas para trepar, correr y remar.

En estos animales los *pulmones* han alcanzado un mayor desarrollo y son capaces de satisfacer las exigencias de intercambio de gases, por lo que la respiración es netamente pulmonar, incluso en aquellas especies, como cocodrilos, jicoteas y caguamas, que viven el agua.

Poseen un corazón dividido en tres cavidades, aunque ya en los cocodrilos está dividido en cuatro. Todavía, al igual que en los anfibios, hay mezcla de sangre, por lo que la *circulación es doble e incompleta*.

La excreción la realizan a través de riñones, los que están adaptados para lograr una mayor retención de agua, como respuesta a un modo de vida independiente del medio acuático.

Los reptiles poseen los *sexos separados*, la *fecundación es interna*, lo que constituye otra adaptación a la vida en la tierra. Son generalmente ovíparos.

Los tetrápodos que presentan, entre otras características, piel seca con escamas córneas, circulación doble e incompleta, fecundación interna y huevos cubiertos por cáscara dura y membranas internas que protegen a los embriones contra la desecación, son denominados reptiles.

En Cuba, entre los científicos que han contribuido con sus estudios al conocimiento de los reptiles, se encuentra Luis Sánchez Varona (1923-1987).

Las aves (Gr. *Ornis*; lat. *aves*) son quizás el grupo de vertebrados más estudiado y mejor conocido, además son los más fácilmente reconocibles porque son los únicos animales que tienen el *cuerpo cubierto por plumas*, lo que hace que sus miembros se parezcan más entre sí que los miembros de otros grupos de animales. Su origen data de aproximadamente unos 150 millones de años, a partir de reptiles primitivos.

Una de las características más significativas de las aves es la *ligereza de su esqueleto*, lo que sin dudas constituye una adaptación al vuelo. Muchos de sus huesos son huecos y presentan cavidades internas llenas de sacos de aire conectados con los pulmones, lo cual hace más ligero a estos animales y a la vez aumenta la disponibilidad de dioxígeno.

En las aves existe un órgano en su sistema respiratorio que permite la emisión de sonidos, y es el que posibilita el canto, el cual les sirve para reclamar su pareja, advertir a otras aves cuál es su territorio, y en otros casos, para avisar un posible peligro. Entre las aves cubanas que poseen un melodioso canto se pueden mencionar el sinsonte, el tomeguín del pinar, el ruiseñor y la fermina.

Todas las aves vivientes *carecen de dientes* en las mandíbulas, las que están modificadas en forma de *picos*. Muy relacionado con el tipo de alimentación y la manera de obtener los alimentos, están las diversas adaptaciones que poseen en esta estructura. Por ejemplo: los pelícanos tienen una bolsa que les permite pescar los peces que les sirven de alimentos; los patos poseen unas estructuras filtradoras que le facilitan el filtrado del agua; los halcones y los gavilanes tienen picos curvos y cortantes para desagarrar las presas; hay otros como los zunzunes que sus picos son largos y finos adaptados para obtener el néctar en las flores.

El intercambio gaseoso lo realizan a través de *pulmones* muy eficientes, los que se encuentran conectados con sacos aéreos ubicados entre los órganos internos y dentro de los huesos.

A diferencia de la mayoría de los reptiles, poseen un corazón dividido en cuatro cavidades. La *circulación es doble y completa*, lo que también les permite un uso más racional del dioxígeno, imprescindible en la obtención de la energía necesaria para la actividad de vuelo.

La excreción la realizan a través de los riñones, los que ayudan a evitar la pérdida de agua y por eso elaboran una orina semisólida. Carecen de vejiga urinaria, lo que constituye también una adaptación al vuelo.

Los sexos están separados, la *fecundación es interna* y son *ovíparos*, con huevos cubiertos por una cáscara dura y con membranas internas para la protección del embrión.

Los tetrápodos que presentan plumas en la superficie de su cuerpo, las extremidades anteriores en forma de alas, pico córneo, fecundación interna, así como que son ovíparos con huevos cubiertos por cáscara dura y membranas internas que protegen a los embriones contra la desecación, circulación completa y temperatura del cuerpo constante, son denominados aves.

El zunzuncito o pájaro mosca es endémico de Cuba, es considerado el ave más pequeña del mundo. Tiene el movimiento de sus alas tan rápido, que son apenas perceptibles; se mueven a una velocidad de unos 65 aleteos por segundo.

Uno de los hombres más conocedores de las aves de Cuba fue Florentino García Montaña (1904-1978), quien escribió los dos tomos de *Las aves de Cuba* y en ellos describió las aves endémicas de nuestro país.

El grupo de los *mamíferos* está integrado por una extraordinaria diversidad de animales, entre los que podemos encontrar a los perros, los delfines, los murciélagos, los conejos, las jutías, y muy especialmente, con un grado superior de desarrollo, el hombre. Se originaron de reptiles primitivos en una época que data entre 100 y 120 millones de años.

Estos animales presentan una gran distribución geográfica. Han conquistado todos los hábitats posibles de subsistencia, localizándose desde las regiones polares hasta las ecuatoriales, con innumerables adaptaciones para vivir en todo tipo de medio, tales como las montañas, las selvas, los lagos, los mares, las llanuras, las cavernas, las madrigueras bajo la tierra y hasta en los hielos perpetuos de los polos.

Los mamíferos son los únicos animales que poseen el *cuerpo cubierto de pelos*. En algunos se presentan escamas en algunas partes del cuerpo, y en otros hay presencia de púas que sirven de protección y defensa. Además, su piel posee *glándulas sudoríparas y sebáceas*.

Al igual que las aves, pueden mantener la temperatura del cuerpo constante, lo que les ha permitido explorar y adaptarse a diversos hábitats en toda la Tierra.

Una característica muy notable de los mamíferos es la presencia de *glándulas mamarias*, las que son activas en las hembras y secretan leche utilizada en la alimentación de los recién nacidos en las primeras etapas de la vida. La mayoría de los mamíferos son *vivíparos*, es decir, paren a los hijos.

Al igual que otros vertebrados, la generalidad de los mamíferos presenta *dientes*, que se diferencian de los del resto de los animales porque tienen la función de masticación y porque están implantados en cavidades de las mandíbulas.

Presentan un *sistema circulatorio* formado por un corazón con cuatro cavidades que bombea la sangre a través de arterias, venas y capilares a todas las partes del cuerpo. La *circulación es doble y completa*.

La respiración es *pulmonar*. También presentan un músculo denominado *diafragma* que se localiza internamente dividiendo el tórax del abdomen. Este tiene gran importancia en la ventilación de estos animales.

La excreción la realizan fundamentalmente a través de los riñones, del que parten dos conductos denominados uréteres que se abren en la vejiga urinaria, la que finalmente desemboca al exterior a través de la uretra.

Los sexos están separados, los machos poseen órgano copulador y la fecundación es *interna*. El desarrollo embrionario ocurre en el interior de la hembra, específicamente en el útero. La placenta es la vía de comunicación entre el embrión y la madre, y a través de ella se le suministra dioxígeno y alimentos.

Los tetrápodos que están provistos de pelos, glándulas mamarias, dientes alojados en cavidades de las mandíbulas, tronco dividido por el diafragma en tórax y abdomen, circulación completa, sistema nervioso muy desarrollado y generalmente vivíparos son denominados mamíferos.

9.6 Importancia de los cordados para la salud humana y como fuente de alimentación.

Protección. Especies en peligro de extinción

Desde épocas primitivas, el hombre se fue dando cuenta de que los animales eran indispensables en su vida, ya que los utilizaba como alimentos, de ellos también tomaba su piel como abrigo y para construir zapatos.

En la actualidad, las diversas especies de tetrápodos son utilizadas por el hombre para satisfacer sus necesidades más importantes. Por ejemplo, el caballo y el mulo son muy utilizados en los campos como medio de transporte para el hombre y sus mercancías.

En la alimentación es muy conocida la utilización de representantes de los cuatro grupos de tetrápodos estudiados. Por ejemplo: las ancas de ranas; la carne de las grandes caguamas, de gran valor alimenticio, al igual que la de las aves y el ganado.

Las aves son muy apreciadas por el hombre, no solo como fuente de alimentos, sino también por lo que embellecen y alegran la vida de los campos con su canto y colorido.

En la actualidad algunos tetrápodos son utilizados en investigaciones científicas, permitiéndole al hombre obtener grandes logros en el campo de la medicina. Entre las especies de mayor utilización para estos fines se pueden mencionar los monos, las ratas, los conejos y las ranas.

Las pieles de muchos tetrápodos como cocodrilos, vacas, cerdos, chivos, entre otros, constituyen fuente de materias primas para el desarrollo de la industria del calzado y la de confección de cintos, carteras y otros objetos necesarios para el hombre.

También estos animales tienen una gran importancia en la naturaleza, ya que en su alimentación incluyen muchas especies que constituyen verdaderas plagas para el hombre y para el desarrollo de la agricultura. Ejemplo: ranas, lagartijas, aves, murciélagos, etcétera. También forman parte de la cadena de alimentación en el ambiente terrestre; por ejemplo, los animales herbívoros son la fuente para la alimentación de los carnívoros. La desaparición de los primeros pone en riesgo a los segundos y a la vida de forma general, ya que se rompe la cadena de alimentación, y por tanto, el flujo de energía en la naturaleza.

En el Estudio Nacional para la Diversidad Biológica se reconocen, como principales amenazas a la fauna cubana, el desarrollo acelerado del turismo, la minería, las construcciones civiles y el desarrollo urbano, la contaminación ambiental, la agricultura, la pesca, el desconocimiento del valor económico de la diversidad biológica y la pesca, la caza y la tala furtivas, así como la agudización de los riesgos naturales por el efecto de los cambios globales, reflejados en los períodos de seca, las lluvias intensas, las penetraciones del mar y la intensidad y frecuencia de los huracanes. Todas estas amenazas contribuyen a la pérdida de especies.

Se reconoce también a los desastres naturales como amenaza a las colecciones vivas de interés para la alimentación.

En cuanto a la diversidad de la fauna marina, las principales amenazas actuales y potenciales son: el represamiento de las aguas fluviales; la contaminación por residuales agrícolas, industriales y albañales que contienen plaguicidas, herbicidas, hidrocarburos, metales pesados, sustancias orgánicas, sólidos en suspensión y basura; la contaminación térmica; la sedimentación provocada por la deforestación y por la minería en tierra; la pesca no sostenible, principalmente el uso de artes de pesca nocivos; las construcciones costeras; actividades de explotación de recursos minerales (principalmente hidrocarburos) en la zona costera; las actividades turísticas no controladas; la explotación no sostenible de organismos de valor ornamental; la captura y comercialización de especies amenazadas, raras, carismáticas o de poblaciones reducidas y la introducción de especies exóticas.

Por todo lo anteriormente expuesto, se han tomado un grupo de medidas tales como: prohibición de la tala indiscriminada de árboles; desarrollo de programas de repoblación forestal; establecimiento de la veda o prohibición de la pesca y la caza de muchas especies de animales, principalmente en la época de reproducción; la creación de áreas protegidas; establecimiento de un programa director de Educación Ambiental para el MINED y la población en general; exigencia de licencias ambientales para la construcción y el desarrollo de actividades económicas que puedan afectar a la naturaleza.

A pesar de las medidas que se han tomado, hasta donde se conoce, existen más de 40 especies de vertebrados cubanos en peligro crítico de extinción, entre los que podemos mencionar el pez sierra, el manjuarí, el almiquí, la jutía de San Felipe, el carpintero real, el gavilán colilargo, la paloma perdiz y la gallinuela de Santo Tomás.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Menciona las características esenciales que te permiten identificar a los anfibios, los reptiles, las aves y los mamíferos.
2. Argumenta el siguiente planteamiento: Los reptiles, las aves y los mamíferos, a diferencia de los anfibios, se han independizado del ambiente acuático. ¿Cuáles son las causas que lo han determinado?
3. En una excursión se halló un animal alargado, que respira por pulmones y posee columna vertebral. Uno de los participantes planteó que podía ser un tetrápodo, pero otro dijo que no podía serlo, porque carecía de patas. ¿Cuál es tu criterio?
4. Redacta una composición con el siguiente título: “Los tetrápodos son animales muy importantes para el hombre”.

9.7 Reseña evolutiva de los animales

¿Cómo surgieron los animales?

Es indudable que la vida se originó en los mares primitivos. En el transcurso de millones de años, en ellos existían organismos unicelulares como protistas, semejantes quizás a las actuales amebas y paramecios.

Entre algunos protistas flagelados se considera que en un momento determinado se manifestó la tendencia a la formación de colonias o agregados celulares como las esponjas.

Con el paso del tiempo algunas de estas células se fueron transformando por los factores causales de la evolución, lo que hizo posible que llegaran a realizar diferentes funciones en la colonia.

La formación de colonias fue muy importante, ya que en su evolución se manifestó la tendencia a la especialización de sus células, lo que trajo como consecuencia que se realizaran las funciones con un gasto menor de energía. Este proceso tiene una gran significación evolutiva, ya que representa el tránsito de los organismos unicelulares a los pluricelulares.

Muchos investigadores aseveran que los animales surgieron a partir de unos organismos coloniales muy primitivos que nadaban libremente. Estos organismos eran parecidos a la larva plánula de los celenterados (ancestro planuloide).

Como resultado de este proceso evolutivo, durante millones de años, a partir de esos organismos coloniales primitivos y con los causales de la evolución se fueron formando y diversificando las diferentes especies de animales que ocuparon los hábitats más variados en la medida que sus características de estructura y función se correspondieran mejor con dichos hábitats.

Así surgieron los poríferos, considerados como una discontinuidad evolutiva, ya que ningún otro grupo de animal sigue su plan corporal. Otra línea evolutiva originó a los animales de simetría radial, como los celenterados y a los de simetría bilateral que actualmente se conocen, como moluscos, anélidos y artrópodos. Estos se sitúan en una línea evolutiva porque sus larvas son muy parecidas, al igual que el origen del celoma.

Por otro lado, los equinodermos y los cordados de menor complejidad se sitúan en otra línea evolutiva, porque la formación del celoma en estos grupos de animales es igual, así como que son las larvas de aquellos animales que la poseen.

Los animales de mayor complejidad, como los peces actuales que predominan en el medio ambiente acuático, se originaron hace más de 350 millones de años, a partir de peces primitivos y que tenían el cuerpo muy pesado y cubierto por un caparazón.

Los anfibios se encuentran en la línea fronteriza entre los modos de vida acuática y terrestre. A pesar de que viven en la tierra, todavía tienen una gran dependencia del agua, por lo que con frecuencia los encontramos en este medio o en lugares húmedos y sombreados.

Los estudios realizados, fundamentalmente de los registros fósiles y la anatomía comparada, evidencian una gran relación entre los primeros anfibios y los peces primitivos. Es por ello que los científicos plantean que surgieron de algunos de estos peces, los que presentaban aletas pares muy fuertes y musculosas. Los peces primitivos vivían en pequeños lagos de agua dulce, en los que en tiempos de prolongadas sequías podían utilizar la vejiga natatoria como “pulmón” para intercambiar dioxígeno y dióxido de carbono con el aire atmosférico. Además, las aletas musculosas en forma de patas les permitían trasladarse de un lugar a otro sobre el fango.

Algunos de estos peces primitivos, con el decursar del tiempo y bajo las condiciones climáticas descritas anteriormente, así como los factores causales de la evolución, dieron origen a los primeros tetrápodos, los que se adaptaron parcialmente al ambiente terrestre.

A partir de los anfibios primitivos, se originaron otros grupos totalmente adaptados al ambiente terrestre, como los reptiles, entre los que se destacan los grandes dinosaurios, que florecieron y dominaron todos los ambientes durante un largo período de tiempo en la evolución y que se extinguieron producto de grandes cambios climáticos. El origen de las aves y los mamíferos se encuentra en los reptiles primitivos.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Elabora un mapa conceptual donde utilices los siguientes conceptos: cordados, peces, aves, reptiles, tetrápodos, vertebrados, mamíferos, anfibios.
2. La formación de colonias en los mares primitivos tuvo una gran importancia desde el punto de vista evolutivo. Argumenta.
3. ¿Por qué se plantea que los peces primitivos guardan una estrecha relación evolutiva con los anfibios?

9.8 Producción pecuaria. Tipos de ganado. La ganadería vacuna. Distribución geográfica, producción y comercialización. Algunos problemas que afectan el desarrollo de esta rama

Al abordar la importancia de los no cordados y los cordados y la necesidad de su protección, se hizo hincapié en la importancia de los crustáceos, los peces y tetrápodos como fuentes de alimentación, aunque las pieles de estos últimos constituyen las fuentes de materias primas para el desarrollo de la industria del calzado, la confección de cintos, carteras y otros objetos necesarios para el hombre.

Uno de los renglones más importantes a nivel mundial es el desarrollo de la ganadería, ya que se utiliza la fuerza animal como carga, transporte y labores agrícolas. Con ella se adquieren productos alimenticios como la leche, la carne, grasas, se elaboran productos como la piel y la lana, así como el estiércol es utilizado como abono natural y en las producciones de energía alternativas.

Existen diferentes tipos de ganado: vacuno, porcino, ovino, cunícula (conejo), entre los más importantes.

Al observar en el atlas, el mapa El Mundo. Agropecuario, se pueden apreciar las zonas donde se cría el ganado vacuno, lo que te permite conocer las características de su distribución geográfica y su amplia dispersión, dada por su adaptación a diversas condiciones geográficas.

¿Cuáles son las principales áreas geográficas donde se localiza el ganado vacuno? Llanos del oeste de Estados Unidos y Canadá; sur de la región de los Grandes Lagos en EE. UU.; llanos del Orinoco en Venezuela; región del Matto Grosso, Sao Paulo y Minas Gerais; Río Grande del Sur, en Brasil; región de la Pampa en Argentina; llanura Europea en Francia, Holanda, Alemania; sur de la llanura de Liberia Occidental en Rusia; región norte y centro de India; región norte y centro de Australia; región del Sahel en África; región norte de Namibia; región este de Sudáfrica.

La región que más cantidad de cabezas de ganado vacuno posee es el continente asiático, seguido por América del Sur y África.

La producción de carne vacuna ha ido en aumento por la importancia que esta tiene como alimento básico en el hombre. Los principales productores de carne vacuna son EE. UU., Brasil, China, Argentina y Rusia; por lo que las principales regiones productoras de carne vacuna están enmarcadas en Norteamérica, Europa y Asia. La producción de leche fresca, de manera general, tiende al aumento a escala mundial. Entre los principales productores de leche se encuentran EE. UU., India, Alemania, Francia y Brasil y las regiones que más se destacan en la producción lechera son Europa, Norteamérica y Asia. Cuba no se destaca en la actividad ganadera en el mundo.

Los países desarrollados son grandes consumidores de carne vacuna, por lo que sus producciones las utilizan para el consumo. Sin embargo, hay países que destinan gran parte de sus producciones al mercado mundial, como Argentina, Uruguay, EE. UU., Canadá, Australia y Francia. El precio de la carne vacuna en el mercado mundial es muy elevado.

Entre los problemas que inciden de manera considerable en el desarrollo de la producción pecuaria se encuentran: la fertilidad del suelo, la topografía de las regiones y las condiciones climáticas, todo lo cual incide en los tipos de pastos y en la producción de granos y forrajes que sirven de base para el suministro de los más diversos piensos para la alimentación; también es importante considerar las condiciones técnicas como la calidad de las instalaciones, los sistemas de riego, la selección de razas, el transporte, la conservación de los productos, los dispositivos de refrigeración, etc. Constituyen factores socioeconómicos a considerar en la producción pecuaria: la situación de los mercados de venta, la necesidad y disponibilidad de fuerza de trabajo y el capital de inversión, de acuerdo al sistema socioeconómico imperante. La combinación de estos factores posibilita la intensificación de una u otra especie de ganado en cada región.

El consumo de los productos ganaderos varía de acuerdo con el grado de desarrollo económico alcanzado por los países, el nivel de vida alcanzado por las distintas poblaciones y los hábitos regionales alimenticios.

La producción pecuaria también se ve afectada por los problemas medioambientales que están ocurriendo en el planeta. ¿Qué influencias recibe? Entre otras se ponen de manifiesto la infiltración de residuos tóxicos en el manto acuífero, ríos y suelos, provocando que el ganado, al tomar agua o ingerir alimentos (pastos), asimile toxinas y por tanto contraiga enfermedades, las cuales son adquiridas también por el hombre, ya que este forma parte de la cadena alimentaria; las condiciones climáticas (períodos de sequías o de fuertes e intensas lluvias), que ocasionan el descenso del número de cabezas de ganado, un ejemplo de ello es en los países africanos al sur del Sahara, donde los períodos prolongados de sequías influyen en el rendimiento de carne y leche y además, muere gran parte de la masa ganadera; asimismo, en América Latina y en Asia, las abundantes y frecuentes precipitaciones, son problemas que provocan la muerte de numerosas cabezas de ganado.

En Cuba se ha introducido, para su producción interna, un tipo de ganado vacuno resistente a las condiciones climáticas del país: el búfalo o ganado de agua. Este animal es un gran productor de carne y leche.

Las principales zonas donde se ha introducido este tipo de ganado son las llanuras de Camagüey, Ciego de Ávila y Sagua la Grande.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Localiza en un mapa del mundo las principales regiones productoras y consumidoras de ganado vacuno. Arriba a conclusiones.
2. ¿Cuáles son los problemas medioambientales que inciden en la producción pecuaria?

CONCLUSIONES

Al estudiar Ciencias Naturales en octavo grado, se han tratado aspectos interesantes de los componentes, tanto vivos como no vivos, de la naturaleza, los que por su significación y la profundidad con que se han estudiado permiten comprender mejor las relaciones del hombre con la naturaleza para poder actuar en correspondencia con el conocimiento de las causas que originan los fenómenos y procesos que en esta tienen lugar y poderlos comprender en sus estrechas interrelaciones. Todo ello fue posible realizarlo desde las ideas generales que incluyen los conceptos de sistema y cambios en la naturaleza, las cuales están presentes en todos los ejemplos estudiados, desde los objetos y fenómenos más simples, hasta los más complejos, a partir del conocimiento de estos en sus aspectos externos, hasta el estudio más interno de sus particularidades y su dinámica y movimiento infinito que los caracteriza.

Así, fue posible profundizar en el estudio de los cuerpos, las sustancias que los constituyen y las reacciones químicas que ocurren al nivel de las partículas más pequeñas, procesos que posibilitan la liberación de energía y el movimiento en la naturaleza, lo cual permite comprender con enfoque científico la unidad que caracteriza al mundo vivo y no vivo, pues en ambos encontramos cuerpos que existen independientemente de la conciencia del hombre, en los cuales hay movimiento infinito, dado por las particularidades y los procesos que ocurren en la composición interna de estos, imprescindible en el mantenimiento de la vida en el planeta, en particular en el caso de los animales estudiados en este curso, pues intercambian sustancias y energía con el medio ambiente y devuelven a este también sustancias, sin las cuales tampoco podría concebirse el ciclo que ocurre en la naturaleza en cuanto a la interacción entre los componentes vivos y no vivos en ella y la garantía del necesario equilibrio entre estos.

Durante el estudio de los diferentes sistemas en este grado, se hizo evidente también la diversidad que los caracteriza, demostrada, por ejemplo, en que en la estructura de las sustancias estas partículas se encuentran, ya sea como átomos, formando moléculas o como iones.

Si tomamos como ejemplo sistemas vivos de mayor complejidad que los mencionados anteriormente, encontramos que es extraordinaria la diversidad que los caracteriza. Vale la pena recordar algunos ejemplos de diferentes representantes estudiados: una esponja, un agua mala, un calamar, una lombriz de tierra, una lagartija, un ave cualquiera y un conejo. Cuán diferentes son entre sí por su complejidad en las estructuras, funciones que realizan, comportamientos, colores, formas, entre otras características. Pero todos ellos, para mante-

nerse vivos, necesitan invariablemente de su relación con otros sistemas en la naturaleza, que los provean de las sustancias y la energía que necesitan para mantenerse vivos en el ecosistema.

Al estudiar la energía, también se evidenció como ejemplo de la unidad y diversidad del universo. La unidad la manifiesta en que es la medida de toda forma de movimiento, ya sea biológico, mecánico o químico y no existe nada fuera de este. La diversidad está dada en que, como el movimiento, la energía toma diferentes formas y se transforma de una en otra, pero nunca se destruye. Es así que la energía cinética puede transformarse en potencial, gravitatoria o elástica, o que la energía química puede transformarse en energía calorífica, etcétera.

Sin energía no existiría nada en el universo. Nadie puede imaginarse un mundo sin energía, porque, sencillamente, este no existiría de esa manera. Por todo lo anterior, economizar la energía que existe en el planeta Tierra es esencial, si se quiere la continuidad de la raza humana. Economizar las fuentes no renovables de energía para que estas duren un período mayor de tiempo y evitar con ello la contaminación acelerada del planeta, así como utilizar y buscar nuevas fuentes de energías alternativas, no es una opción, es una necesidad insoslayable.

A un tipo de movimiento mecánico se le dedicó un estudio particular por su presencia e importancia en la naturaleza, la técnica y el organismo humano: las oscilaciones mecánicas. Como movimiento de vaivén, este cambio se observa tanto en la construcción de aparatos de diversión, como el columpio, hasta en el organismo humano en los latidos rítmicos del corazón. Se estudió, además, que el medio circundante, tomando parte de la energía del sistema que oscila, permite su propagación en forma de ondas hasta otros sistemas. Además de las múltiples aplicaciones que tiene en la ciencia y la técnica, esto hace posible un hecho fisiológico y es que las ondas mecánicas de determinada frecuencia (20 Hz – 20 000 Hz) pueden ser percibidas por el oído humano en forma de sonido. Las ondas sonoras permiten la comunicación de ideas y sentimientos entre los humanos a partir del lenguaje y de la música. El sonido abre una puerta de sensaciones para el ser humano. Se estudió también que estas sensaciones pueden ser agradables o desagradables produciendo muchos tipos de malestares e incluso de enfermedades en el hombre. Por ello juega un papel importante en la salud humana, y la sociedad ha decretado regulaciones para la producción y uso del sonido.

Los conocimientos adquiridos sobre los fenómenos y procesos en la naturaleza demostraron cómo el hombre debe buscar solución urgente para la disminución de las sustancias que contaminan nuestro medio ambiente y crear otras que sean biocompatibles, para que, cuando se conviertan en desechos, puedan ser descompuestas en la naturaleza y reincorporadas al sistema ecológico en que se encuentren y así, influir de forma positiva en su equilibrio, con el consiguiente beneficio para la salud humana individual y colectiva.

Por otra parte, el estudio de la diversidad de la vida animal de Cuba y el mundo, consideró los factores que influyen en la pérdida de la diversidad faunística, producto fundamentalmente de los cambios climáticos, donde el hombre debe desempeñar un importante papel como protector de la vida en la naturaleza y, en consecuencia, ser un activo promotor de medidas para evitar una afectación en los componentes vivos y no vivos que puedan provocar la extinción de las especies en el reino animal.

Todos estos conocimientos más profundos que se adquieren en octavo grado acerca de la naturaleza, permiten comprender sus aplicaciones, que es lo fundamental en la preparación para la vida.