

CIENCIAS NATURALES

OCTAVO GRADO

PROVISIONAL

CURSO ESCOLAR 2009-2010



Editorial
Pueblo y Educación



Diseño de cubierta: Olga L. Domínguez Sánchez
Diseño: Elena Faramiñán Cortina
Corrección: Carmen L. González Carballo
Emplane: María de los Ángeles Ramis Vázquez

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

ISBN 978-959-13-1992-0 Obra completa
ISBN 978-959-13-1993-7 Primera parte

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

ÍNDICE

Presentación / 7

Capítulo 1 **Hacia un conocimiento más profundo de la naturaleza** / 9
Dr. C. Víctor Gutiérrez Cabrera y Dr. C. Julio Leiva Haza

Capítulo 2 **Cuerpos, sustancias y reacciones químicas** / 17
Dr. C. Francisco Pérez Álvarez y M. Sc. María de los A. Varela Núñez

Capítulo 3 **Sustancias vitales: el dióxígeno y el trioxígeno** / 33
Dr. C. Francisco Pérez Álvarez y M. Sc. María de los A. Varela Núñez

Capítulo 4 **El movimiento en la naturaleza** / 58
Dr. C. Víctor Gutiérrez Cabrera y Dr. C. Julio Leiva Haza

Capítulo 5 **Energía. Su utilización, transmisión y obtención** / 76
Dr. C. Víctor Gutiérrez Cabrera y Dr. C. Julio Leiva Haza

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

PRESENTACIÓN

Este texto tiene como objetivo introducir a los alumnos en el mundo de las ideas científicas alrededor de los hechos y fenómenos que se producen en la naturaleza. Ideas científicas que se fueron forjando a lo largo de miles de años, pero que han tenido un avance espectacular en el último siglo, cuando contamos finalmente con ciencias experimentales como la física, la química y la biología.

Escribir este periolibro es el resultado de una cuidadosa compilación de los textos que para la enseñanza de Geografía, Física, Química y Biología en secundaria básica, escribieron prestigiosos profesores de nuestro país. Por esos libros se aprende acerca de la naturaleza; en sus páginas los adolescentes cubanos, encuentran interrogantes, problemas, hechos, fenómenos, procesos y curiosidades, que permiten interpretar y comprender el mundo en que vivimos.

Relacionar esos contenidos entre sí, de manera coherente y armónica, estableciendo las relaciones y conexiones que permitan comprender los complejos fenómenos naturales de forma más integral, es una tarea ardua, que solo ha sido posible gracias a la existencia de libros de textos ya elaborados donde se reflejan los contenidos básicos esenciales para la comprensión del mundo actual y la protección y conservación del futuro.

El aporte fundamental del contenido que se ofrece fue elaborado por los prestigiosos profesores Dr. C. Jorge Hernández Mujica, Lic. Natalia R. Campuzano Senti, Prof. Agapito M. Díaz Hernández, Prof. Lourdes M. Fumero Durán, Prof. Esther Miedes Díaz, Lic. José Miguel Mesa Baldassarri, Dra. C. Edith Miriam Santos Palma, Prof. Migdalia Fernández Meneses, Dr. C. Pablo Valdés Castro, Lic. Carlos Sifredo Barrios, M. Sc. Luis Orlando Pérez Albejales, Dr. C. Pedro A. Hernández Herrera, Dr. C. Elio Lázaro Amador Lorenzo, Dr. C. Pedro Pablo Recio Molina, M. Sc. Minerva Cándano Acosta, M. Sc. Lina María Chiralde García, M. Sc. Margarita Guzmán Roque, Dr. C. Manuel Pérez Capote, Dr. C. Oscar Rodríguez Díaz, M. Sc. Yolanda Sosa García, Dr. C. Eduardo Rodríguez Reynaldo, Prof. Ysidro Hedesa Pérez, Prof. Mercedes Cuervo Castro, Dr. C. Francisco Pérez Álvarez y Prof. Jesús L. Hernández Méndez.

Agradecemos a ese colectivo de autores la posibilidad de utilizar su obra, para ofrecer una versión cercana a resolver una nueva necesidad: enseñar las Ciencias Naturales como una sola asignatura en el currículo escolar de la secundaria básica cubana.

Sus textos continuarán siendo de obligada consulta para seguir profundizando en el estudio de la naturaleza, lo cual confirma el valor significativo de los contenidos de cada uno de ellos.

Valiosas contribuciones realizaron un equipo de profesores de la Universidad de Ciencias Pedagógicas Frank País de Santiago de Cuba: Dra. C. Librada García Leiva, Dra. C. Adaris Parada Ulloa, M. Sc. Nivaldo Ferrer Sagarra, Lic. Franklin Madrid Estrada y Lic. Georgina Miranda.

Asimismo, es importante destacar la revisión realizada por la Dra. C. María Antonia Torres Cueto, directora nacional de Salud Escolar del MINED al contenido del capítulo "Medio ambiente y salud"; la labor de los profesores generales integrales de secundaria básica, especialistas de las universidades de ciencias pedagógicas, funcionarios de la Educación Secundaria Básica de las provincias y el nivel central que participaron en el proceso de oponentes, en diversas consultas e intercambios sobre el contenido de los libros, y ofrecieron sus acertadas observaciones y recomendaciones para el enriquecimiento del material que constituye una versión preliminar de lo que será el texto definitivo de esta asignatura.

A todos, nuestro agradecimiento.

Los compiladores

CAPÍTULO 1

Hacia un conocimiento más profundo de la naturaleza

En séptimo grado, se estudiaron aspectos de importancia sobre las Ciencias Naturales relacionadas fundamentalmente con la naturaleza y sus componentes, tanto vivos como no vivos y la estrecha interrelación que entre ellos existe, conocimientos que son posibles adquirir gracias a los métodos aplicados, similares a los utilizados por los científicos. El conocimiento obtenido también permitió comprender la imperiosa necesidad de velar por su protección para el mantenimiento de la vida en el planeta y en la salud del hombre. En las recientes conclusiones del libro de texto de séptimo grado se encuentra un pequeño resumen de lo estudiado.

Corresponde entonces en el octavo grado, ampliar lo estudiado sobre la naturaleza y sobre todo que se pueda profundizar en aspectos internos que caracterizan a sus componentes, es decir, lo que no es fácilmente visible en ellos a simple vista, por ejemplo: conocer las características de las sustancias que constituyen a las sustancias y a los cuerpos, así como las reacciones químicas que en estos tienen lugar, lo que facilita conocer su dinámica y movimiento interior existente en ellos.

Para la comprensión del movimiento se profundiza en el concepto de energía como su manifestación presente en los componentes de la naturaleza, tanto vivos como no vivos. Sobre todo, estos conocimientos más profundos de la naturaleza permiten comprender sus aplicaciones, lo cual es fundamental en la preparación para la vida.

Todas estas características, se conocerán desde una perspectiva más amplia, es decir, a partir de lo que son los conceptos de sistema y cambios en la naturaleza. Antecedentes acerca de qué son estos conceptos se tienen del séptimo grado, pues los objetos, fenómenos y procesos estudiados, desde los más complejos hasta los más simples, constituyen cada uno de estos un sistema y en ellos tienen lugar cambios, transformaciones y movimientos, los que están dados por las características de su naturaleza interna.

Todos los ejemplos que se estudien acerca de sistemas y cambios en la naturaleza harán evidente además la unidad y diversidad que los caracteriza.

Por otra parte, también se ampliará el conocimiento de los métodos que permiten obtener esta información en el grado.

1.1 Sistemas y cambios en la naturaleza

Se denomina sistema al conjunto de elementos u objetos estrechamente vinculados entre sí, funcionando como un todo.

Cambio es todo lo que ocurre en los sistemas y entre ellos, que provoca que a cada momento ya no sean iguales a como eran antes.

Las relaciones que se establecen entre los sistemas o sus partes determinan los cambios que condicionan el desarrollo del universo, entendido este como la totalidad, el conjunto de todo lo que existe, sea conocido o no, como los diferentes cuerpos celestes: los planetas, los satélites, los cometas, los meteoritos, entre otros.

El universo está organizado formando sistemas y en este ocurren cambios infinitos. En quinto grado, cuando se estudia el Sistema Solar como parte del universo, se comprende fácilmente que es un sistema, porque en él hay diferentes componentes en estrecha interrelación, conformando un todo único.

Este sistema, que sin dudas es muy amplio, comprende otros incluidos y que en comparación con él son menos abarcadores. Aquí pudiera citarse el planeta Tierra, que se traslada en torno al Sol y que tiene a la Luna como su único satélite natural, que sin dudas conforma un sistema y en el cual ocurren continuamente un sinfín de cambios y transformaciones. Por tanto, al examinar otros sistemas pudieran resultar unos más simples que los anteriores que también están formados sucesivamente por otros más simples, de forma interminable.

En séptimo grado, se definió la naturaleza como todo lo que existe, e incluye en su totalidad los objetos, fenómenos y procesos y sus relaciones tanto los naturales como aquellos que son producto de la actividad humana y al propio hombre. En la naturaleza al ser parte del universo también se aprecia la existencia de diversos sistemas con diferentes niveles de complejidad, así al estudiar esta en el planeta Tierra se encuentran ejemplos que demuestran esta afirmación: las interrelaciones entre la litosfera, la atmósfera, la hidrosfera y la biosfera; las interrelaciones entre sus componentes internos: los suelos, las plantas y los animales; las propias interrelaciones existentes entre los organismos en la biosfera, entre otros.

El análisis de los cambios en los sistemas antes apuntados, son ejemplos significativos: la formación del sistema solar, el surgimiento y desarrollo de la vida en la Tierra y la evolución de las especies.

Especial interés para los seres humanos tienen ciertos cambios que, cotidianamente y de modo natural, ocurren continuamente en nuestro planeta, como los cambios en el tiempo atmosférico, pero sobre todo, aquellos concebidos y producidos por el propio hombre desde que surgió y evolucionó sobre el planeta Tierra.

El estudio de los sistemas en la naturaleza permite ampliar y profundizar en el conocimiento de las causas y consecuencias de estos y comprender sus cambios y transformaciones de modo que se pueda participar conscientemente en la actividad transformadora de la naturaleza; con conocimiento de las causas que producen los fenómenos, encontrar las explicaciones necesarias y valorarlas en relación con el significado o utilidad que pudiesen tener para la supervivencia de la especie humana y actuar en correspondencia.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Desde el lugar donde estés identifica un sistema de la naturaleza y describe sus componentes e interrelaciones.

2. Selecciona algunos de los cambios que se pudieran producir en ese sistema.
 - a) Descríbelos.
 - b) Compáralos teniendo en cuenta lo que cambia y el tiempo de duración.
 - c) Determina causas y consecuencias de cada uno.

1.2 Ciencias que estudian los sistemas y cambios en la naturaleza. Relaciones entre ellas

La finalidad fundamental de la ciencia es profundizar en el conocimiento de diferentes sistemas de la naturaleza y en los cambios que tienen lugar en ellos, con el propósito de satisfacer determinadas necesidades humanas.

En particular, las ciencias naturales tienen que ver con sistemas y cambios relativos a la naturaleza, ya sean propiamente naturales o producidos por el hombre, a diferencia de otras ciencias como la historia que estudia procesos sociales.

En la medida que fueron ampliándose los conocimientos del hombre sobre la naturaleza, sus estudios demostraron las conexiones entre los diversos campos de investigación existentes en ella, con lo cual las ciencias naturales constituyen una síntesis de problemas complejos sobre la naturaleza y al propio tiempo surgen numerosas ciencias particulares que estudian sistemas y cambios relativos a la naturaleza, tales como la física, la química, la biología y la geografía. Veamos la siguiente reflexión: Todas las ciencias naturales se unen para ayudar a vivir mejor. La Tierra está plena de vida. Una de las formas de su manifestación son las bacterias. Las bacterias proliferan más en las zonas de la Tierra con clima cálido. Los físicos ayudan a diseñar un microscopio para estudiarlas. Los biólogos usan el microscopio para investigarlas. Los químicos elaboran sustancias para contrarrestar sus efectos dañinos a la salud del hombre sin causarle daños.

En la actualidad, toda la naturaleza que se presenta ante nosotros, en su generalidad, es un sistema explicado y comprendido de objetos, fenómenos, procesos e interrelaciones.

TAREA DE APRENDIZAJE

Redacta un párrafo que justifique por qué las ciencias necesitan trabajar juntas.

1.3 Relación ciencia-tecnología y su repercusión social

El desarrollo de la ciencia contribuye a la satisfacción de determinadas necesidades humanas, prácticas y espirituales. Pero el instrumento principal que para ello utiliza la sociedad es la *tecnología*, que es mucho más antigua que la ciencia, surgió con el propio hombre. Su origen está vinculado al empleo por los primeros seres humanos, hace alrededor de un millón de años, de una piedra afilada con el objetivo de fabricar otros instrumentos y ciertos utensilios para satisfacer determinadas necesidades. En nuestros días, la finalidad funda-

mental de la tecnología es el diseño y elaboración de sistemas y procesos, con el propósito de satisfacer determinadas necesidades humanas –prácticas y espirituales– del modo más eficiente posible. Ejemplos conocidos de tecnología lo son las computadoras, los potentes microscopios que se han creado, los telescopios, los satélites, entre otros. Actualmente existe una dependencia mutua entre ambas, ciencia y tecnología.

La ciencia proporciona conocimientos fundamentales para múltiples ramas de la tecnología como la electrónica, la ingeniería de materiales, la biotecnología, la ingeniería médica, la cosmonáutica. A su vez, los modernos recursos creados por esta, es decir, la tecnología, constituyen un requisito indispensable para el desarrollo de la ciencia. Los inventos de los últimos 150 años, han influido en el bienestar de muchas personas de manera colosal, para tener idea, señalamos algunos.

Antes de 1880 no existía en el mundo ninguna comunidad con luz eléctrica y por tanto no se disponía de ninguno de los equipos eléctricos y medios de comunicación que hoy estamos tan acostumbrados a utilizar.

Las vacunas son el resultado del desarrollo biotecnológico y contribuyen a hacer el cuerpo fuerte y bien preparado para luchar contra determinadas enfermedades, como lo hizo el científico cubano Tomás Romay (1764-1869), quien con sus estudios y experimentos introdujo la vacuna de la viruela, enfermedad que durante años afectó al pueblo de Cuba y a otros pueblos. Hoy Cuba cuenta con un sistema de inmunización para todos los ciudadanos y especialmente para la población infantil.

El desarrollo de la ciencia y la tecnología ha traído aparejado no solo efectos positivos, sino también negativos para la sociedad. Se ha acentuado la desigual distribución de las riquezas en el mundo (las nuevas tecnologías proporcionan fabulosas ganancias a un grupo reducido de personas, mientras aumenta el número de las que viven en la pobreza); han aparecido y se han utilizado medios de destrucción masiva (armas nucleares, químicas y biológicas); ha crecido el consumo de energía, lo cual hace que se aproxime el agotamiento de las fuentes convencionales (madera, carbón, petróleo); se ha deteriorado el medio ambiente (se contaminan el aire, el agua y las tierras, se destruyen los bosques); los países altamente industrializados monopolizan importantes medios de difusión de la cultura, con lo cual tienden a desaparecer las culturas originarias de algunos países.

La responsabilidad por los problemas anteriormente mencionados no puede ser atribuida exclusivamente a científicos y tecnólogos. Es cierto que muchos de ellos han participado, y participan, por ejemplo, en la creación de armas de destrucción masiva y en el diseño de materiales que contaminan el medio ambiente. Pero también es verdad que otros muchos están advirtiéndolo de los peligros a que se enfrenta la humanidad y diseñando soluciones para algunos de los problemas. La responsabilidad principal recae en políticas egoístas y de supremacía, llevadas a cabo por algunos países. Por supuesto, una sólida educación científica también contribuye a solucionar algunos de los problemas, y a evitar otros.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Busca datos sobre las actividades investigativas del científico cubano Tomás Romay. Valora sus aportes al desarrollo de la ciencia en Cuba.

2. Investiga con el personal de salud que atiende tu escuela o en un consultorio médico, las vacunas que recibe una persona desde su nacimiento. Valora la importancia de esta tarea para la protección de la salud de la población.
3. Redacta un texto en el que expongas tus comentarios y valoraciones acerca de cómo la ciencia y la tecnología han causado problemas en el medio ambiente y en la salud y de qué modo pueden trabajar juntas para evitarlos y solucionarlos.

1.4 Métodos del trabajo científico en las ciencias naturales. La observación y la experimentación

La ciencia es una actividad humana. Es la forma de pensar que busca las causas y explicaciones reales de los cambios que ocurren en los sistemas.

Todas las personas estamos implicadas en ella. Y es que todos comemos, nos vestimos, viajamos y nos comunicamos por medio de los productos de la ciencia. La conducta de las personas está marcada por el proceso de la ciencia. El proceso científico influye en el grado de autonomía y de confianza en sí misma que la persona posee, y en el grado en que persigue y alcanza soluciones racionales y eficaces a los problemas que se le presentan.

Generalmente a la pregunta tan corta ¿qué es ciencia?, no se da una respuesta precisa y generalmente se responde por lo que hacen los científicos o por las actividades que los caracterizan:

- Los científicos elaboran preguntas.
- Los científicos buscan el porqué.
- Los científicos sugieren respuestas.
- Los científicos encuentran respuestas.

Ellos encuentran las respuestas empleando diferentes vías. Ellos investigan.

- Los científicos comparan cosas.
- Los científicos miden.
- Los científicos realizan predicciones.
- Los científicos comprueban las predicciones.

Sin embargo; la mayoría de las personas hacen esto mismo, pero ¿qué es lo que hace que un científico sea diferente?

Primero. Los aspectos sobre los que se formulan las preguntas, por ejemplo: ¿qué energía viene del Sol?, ¿puede la luz solar atravesar una botella que contiene agua?, ¿podrá calentar el agua? Estas preguntas pueden ser la base para un desarrollo de cuestiones tan importantes como: ¿cuál será la acción de la energía que viene del Sol sobre los seres vivos que se encuentran en el agua contenida en la botella? Para responder esta pregunta es necesario investigar y es eso precisamente lo que diferencia al científico de otras personas.

Segundo. Los métodos que se usan para contestar las preguntas. Los científicos no solo observan y buscan posibles explicaciones, sino que prueban sus ideas, ellos planifican investigaciones para contestar las preguntas que se hacen.

También es imprescindible que en la labor científica se realice la valoración del estudio que se lleva a cabo, de su repercusión económica, social o para la

propia ciencia, de sus posibles efectos negativos, etc. De igual manera debemos incluir la comunicación y el intercambio entre los científicos, mediante revistas, reuniones científicas, el correo electrónico, entre otros.

La *observación* en la ciencia se diferencia de lo que a veces llamamos así en la vida cotidiana, ante todo por su finalidad. En la ciencia esta se lleva a cabo, a fin de responder preguntas como las siguientes: ¿Cuáles son las características de los sistemas y cambios estudiados? ¿Cómo es la estructura de los sistemas? ¿Qué factores determinan las características de los cambios? Con frecuencia también se distingue por el empleo de determinados instrumentos tecnológicos: microscopios, telescopios. Conociste en séptimo grado que en la ciencia observar no es simplemente mirar.

La *experimentación* consiste en el diseño y reproducción de algún cambio controlado por el investigador, por supuesto, también con el propósito de responder determinadas preguntas; en ella siempre está presente la observación.

La observación y la experimentación van casi siempre acompañadas de mediciones. Estas son indispensables en la mayoría de las ramas de la ciencia, en la tecnología y en la vida diaria.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. A partir de lo que has leído en el epígrafe anterior, analiza las cualidades que debe poseer un científico para garantizar el éxito de su actividad investigativa.
2. Establece una comparación entre la observación y la experimentación en cuanto a: objetivo, pasos y resultados mediante un cuadro.

1.4 El estudio de las magnitudes y sus mediciones como forma del trabajo experimental

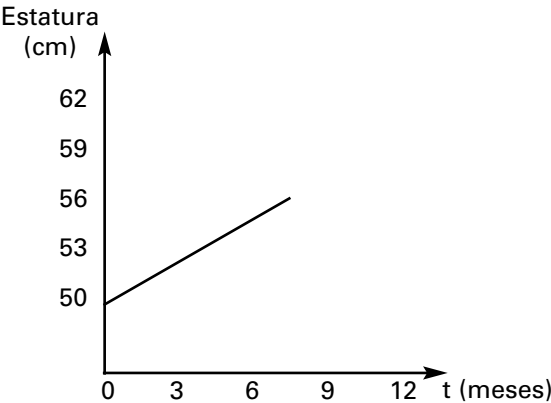
Al estudiar un sistema es necesario compararlo con otros, para ello se centra la atención en algunas de sus propiedades que son las que le interesan al investigador y le permiten establecer similitudes y diferencias. La hoja de un naranjo se puede comparar con la de un guayabo y apreciar la diferencia de color, forma, textura y de su tamaño promedio. Estas son solo cuatro de la gran cantidad de propiedades que tiene la hoja de una planta. Las tres primeras se describen con palabras, pero la cuarta puede ser expresada con un número. *A las propiedades de un sistema que se les puede asignar un número se llaman magnitudes y al procedimiento para hacerlo, medición.* Para la realización de mediciones el hombre se auxilia de dispositivos especialmente contruidos que reciben el nombre de *instrumentos de medición*, tales como la cinta métrica para medir longitudes, el cronómetro para medir el tiempo y la balanza para medir la masa. A estas mediciones que se obtienen se les asigna un valor numérico que representa cuánto está contenida esa magnitud en la tomada como unidad de dicha magnitud. Así por ejemplo, 20 centímetros (cm), significa que la distancia medida es 20 veces mayor que la unidad de distancia de 1 cm. Esta medición puede efectuarse con una regla escolar, que tiene como unidad de medición el centímetro.

De lo anterior se puede concluir que *medir cierta magnitud, quiere decir que ella ha de ser comparada con una magnitud homogénea, tomada como unidad de dicha magnitud.*

El trabajo experimental requiere de procedimientos para estudiar las magnitudes medidas. Supongamos, por ejemplo, que se está estudiando el crecimiento del niño pequeño y para ello es medido periódicamente, digamos mensualmente durante un año, dichas mediciones pueden ser registradas en una tabla de datos y representadas en un gráfico, el cual debe ser interpretado. Este gráfico tiene dos magnitudes relacionadas: la estatura medida en centímetros y el tiempo medido en meses.

Tabla de datos

Estatura (cm)	50	53	56	59	62
Tiempo (meses)	0	3	6	9	12



Al leer el gráfico se infiere si este crecimiento es normal o irregular, analizando la forma que adopta la curva que obtengamos al unir todos los puntos que representan los pares de datos representados en el gráfico. La curva representa un crecimiento adecuado o normal.

Actividades como la anterior serán desarrolladas durante el octavo grado a fin de conocer nuevas magnitudes que ayudarán a ampliar la visión del mundo que nos rodea.

Cuando se cuenta el número de continentes, de océanos o mares en la envoltura geográfica, es posible informar un número *exacto*. No obstante, en la mayoría de los casos, los resultados de las mediciones son solo *aproximados*, existe cierta *incertidumbre* acerca de ellos. Esto se debe a diversas razones.

Se puede suponer, por ejemplo, que varios jóvenes se juntan para observar un eclipse de luna y deciden medir con el cronómetro de sus relojes digitales la duración de este suceso. Luego de realizar las mediciones confrontan sus resultados y observan que no todos los tiempos coinciden; sin embargo, el eclipse es uno solo y ha ocurrido de la misma manera para cada uno de ellos. ¿Qué ha ocurrido entonces?

Las causas son varias y pueden ser mencionadas tres de las más importantes. Una de ellas consiste en que el tiempo de reacción que tiene cada cual al accionar el cronómetro, es diferente; otra es que no todos los relojes usados funcionan adecuadamente y otra puede ser que el instante en que comienza y termina el eclipse no está bien determinado y unos considerarán que ya

comenzó (o terminó), mientras que otros pueden pensar que todavía no ha comenzado (o terminado).

Las incertidumbres determinan la calidad de una medición. Cuando las incertidumbres pueden ser calculadas, se considera de calidad la medición en que el valor de las incertidumbres no es mayor que el 1 % del valor de la magnitud obtenido. Las incertidumbres de las mediciones directas también afectan a las indirectas.

TAREA DE APRENDIZAJE

Ejemplifica algunas actividades experimentales de investigación que conozcas que requieran la determinación de magnitudes y su medición sistemáticas. ¿Por qué es importante?

1.6 Otra forma del trabajo científico en las ciencias naturales. El trabajo de campo

El trabajo científico adopta diferentes formas en dependencia de los objetivos del investigador y generalmente están relacionadas con actividades de recogida de información, datos, criterios, entre otras formas. A este trabajo de búsqueda de la información en el escenario donde se produce el cambio le denominamos trabajo de campo, así por ejemplo, para conocer de la existencia de focos de mosquitos agentes transmisores del dengue se realizan actividades de búsqueda en la comunidad.

Carlos Juan Finlay (1833-1915), médico y biólogo cubano, nació en Puerto Príncipe (hoy Camagüey). En 1881 propuso la teoría de la transmisión de la fiebre amarilla por los mosquitos. En 1902, al proclamarse la República de Cuba, Finlay fue nombrado jefe nacional de Sanidad. El 3 de diciembre, aniversario de su nacimiento, se celebra el "Día de la medicina americana". Su obra ha contribuido a ilustrar un método específico de trabajo científico en el cual se cumplen todos los procedimientos que incluyen lo conocido hoy como trabajo de campo.

TAREA DE APRENDIZAJE

Valora el trabajo realizado por tu escuela a través de las BELCAS, en función de la determinación de focos del mosquito causante del dengue.

CAPÍTULO 2

Cuerpos, sustancias y reacciones químicas

2.1 Los cuerpos y las sustancias. Sus propiedades. Aplicaciones de las sustancias

Los seres vivos se encuentran constantemente rodeados de objetos y organismos vivos y en relación con estos; por ejemplo: el lápiz, la computadora, el televisor, el Sol, la Luna, las células, una planta, un frijol, un tomate, una papa, el pan.

Se denomina cuerpo a todos los objetos y organismos vivos existentes en la naturaleza, así como a cada una de las partes que los componen.

Los cuerpos tienen propiedades generales como: forma, tamaño, masa, longitud, ancho, alto, volumen, etcétera. Así, hay mesas de distintas formas: rectangulares, circulares, cuadradas; de diferentes tamaños: grandes, medianas, pequeñas; con mayor, menor o igual masa; con desigual largo, ancho y altura, como con diversos colores.

Estas propiedades, entre otras, permiten diferenciar a un cuerpo de otro y también determinar sus semejanzas.

Todos los cuerpos están constituidos por una o más sustancias.

Son ejemplos de cuerpos los siguientes: un clavo, un conductor eléctrico, un hueso y un papel. Estos están formados por sustancias: el clavo, por hierro y carbono (acero); el conductor eléctrico, por cobre; el hueso, por fosfato de calcio; y el papel, por celulosa. En general, cuando en química se hace referencia a las sustancias, se supone que estas son sustancias puras.

Sustancia pura es aquella sustancia que no está mezclada con otra u otras y posee propiedades constantes a una temperatura y presión determinadas o a una de estas dos magnitudes.

En realidad, las sustancias no existen ciento por ciento puras en la naturaleza y su obtención es una tarea muy compleja, difícil y cara. El problema no solo radica en eliminar las impurezas que ellas tienen, sino también en evitar, durante ese proceso, la adición de nuevas sustancias "extrañas". Y si esto se lograra, no sería fácil conservarlas en ese estado de pureza, pues numerosas sustancias absorben vapor de agua y otros gases del aire.

No obstante, existen métodos para obtener sustancias extrapuras o de pureza casi absoluta, como los semiconductores de silicio y de germanio, muy empleados en la técnica moderna.

En la actualidad se conocen varios millones de sustancias, muchas de las cuales existen en estado natural. Unas son de origen vegetal: la sacarosa, la celulosa; algunas de origen animal: la manteca de cerdo, la albúmina; y otras de origen mineral: el agua, los metales. Entre las miles de sustancias que han sido obtenidas por el hombre están el poliéster, el polietileno, el rayón, el celuloide, el cemento, muchos medicamentos y fertilizantes, pero la mayoría no son sustancias puras.

Aunque hay un gran número de sustancias y esa cantidad se incrementa a diario, ninguna es igual a otra, aunque pueden tener similitudes.

Las propiedades de las sustancias permiten establecer semejanzas y diferencias entre ellas.

Por ejemplo, el cloruro de sodio o sal de cocina y la sacarosa, conocida por azúcar, son sólidos de color blanco, solubles en agua y no tienen olor.

Sin embargo, el cloruro de sodio posee un sabor salado, su densidad es $2,16 \text{ g/cm}^3$, su temperatura de fusión alcanza los 801°C y hierve a 1413°C , mientras que la sacarosa es dulce al paladar, su densidad es $1,58 \text{ g/cm}^3$, funde a los 185°C y no tiene temperatura de ebullición, porque se transforma en otras sustancias después de fundir.

El estado de agregación, el color, el olor, el sabor, la solubilidad en agua (o en otras sustancias), la densidad, la temperatura de fusión y la temperatura de ebullición, son ejemplos de propiedades físicas de las sustancias.

Una o varias propiedades físicas no siempre son suficientes para caracterizar una sustancia y distinguirla de otra. Por ejemplo, el estado de agregación sólido, el color blanco y la solubilidad en agua son propiedades físicas comunes a numerosas sustancias, como ocurre con el cloruro de sodio y la sacarosa.

De acuerdo con su solubilidad en agua las sustancias se clasifican en solubles, poco solubles y prácticamente insolubles en agua.

Entre las sustancias poco solubles en agua están el hidróxido de calcio, denominado lechada de cal, y el carbonato de magnesio. Son prácticamente insolubles en agua, el hidróxido de aluminio (uno de los componentes del medicamento Alusil), el cloruro de plata y el fosfato de calcio.

Por lo general, las propiedades físicas de las sustancias se determinan a una temperatura de 25°C y una presión de 100 kPa , o a una de ambas. Estas condiciones se conocen como *temperatura y presión estándar ambiente: TPEA*.

Muchas sustancias pueden existir en los tres estados de agregación, aunque no se encuentren así en la naturaleza, en dependencia de los valores de temperatura y presión.

Por ejemplo, a 100 kPa el agua se congela a 0°C y hierve a 100°C . Es decir, a 0°C y por debajo de esta temperatura el agua es sólida (hielo), mientras que a 100°C y por encima de esta se encuentra en estado gaseoso (vapor de agua). De ahí que entre esos dos valores de temperatura el agua sea líquida.

A 100 kPa las sustancias son: sólidas a su temperatura de fusión y por debajo de esta, gaseosas a su temperatura de ebullición y por encima de esta, y líquidas entre los valores de sus temperaturas de fusión y de ebullición, si no se descomponen en otras sustancias cuando se funden o hierven.

En otras palabras, por lo general cuando una sustancia en estado sólido se calienta hasta su fusión (que indica su temperatura de fusión), pasa a estado

líquido, y si se calienta hasta que hierva (que es su temperatura de ebullición), entonces se vaporiza, pasa a estado gaseoso.

La densidad,¹ la temperatura de fusión y la temperatura de ebullición son propiedades físicas muy útiles para caracterizar a las sustancias, porque son constantes para cada una de estas y diferentes a las de las demás, en condiciones determinadas de temperatura y presión, o de una de ambas magnitudes.

El ser humano necesita conocer las propiedades de las sustancias para trabajar adecuadamente con ellas y evitar accidentes que dañen la salud de los seres vivos y provoquen pérdidas materiales. Para ello requiere determinar cuáles son sustancias tóxicas, inflamables, explosivas y corrosivas, nocivas para la salud y el medio ambiente. Cada una de estas propiedades se indica con un símbolo en la etiqueta del recipiente que la contiene.

Por tal razón, en los laboratorios de Ciencias Naturales se deben cumplir algunas reglas de precaución o seguridad al trabajar con las sustancias. Ejemplos: no probarlas, no tocarlas con las manos, no verterlas en sus frascos de origen después de empleadas y olerlas abanicando suavemente el aire con la mano, desde la boca del recipiente que contiene la sustancia hacia la nariz.

También es importante conocer las propiedades de las sustancias para su utilización. Se sintetizan decenas de miles de sustancias inexistentes en la naturaleza, con propiedades sorprendentes, inimaginables, muy útiles en la práctica, en el desarrollo social, en la satisfacción de la vida material del hombre y también para la vida humana, de las plantas y los animales.

Las aplicaciones de las sustancias dependen de sus propiedades.

Las sustancias se emplean con distintos fines, teniendo en cuenta sus propiedades. Por ejemplo, el cobre se utiliza como conductor eléctrico porque es dúctil² y excelente conductor de la corriente eléctrica; con el polietileno se fabrican recipientes de múltiples usos en el hogar porque es muy ligero e impide que los alimentos se descompongan en condiciones normales de temperatura durante algún tiempo; el policloruro de vinilo o polivinilcloruro (PVC) se emplea en la construcción de petrocasas por su gran resistencia a los agentes externos y bajo costo.

El gas freón, cuyo verdadero nombre es diclorodifluormetano, se aprovecha para el funcionamiento de máquinas frigoríficas por ser un excelente agente refrigerante. Los llamados fluoruros de carbono, de gran diversidad y creados por el hombre como las tres sustancias anteriores, se utilizan como líquido refrigerante para motores, sirven como aislante y en la construcción de variados aparatos de la industria química, por ser una sustancia prácticamente indestructible. Sin embargo, son muy perjudiciales al medio ambiente y deben ir sustituyéndose.

En sus inicios la ciencia tenía interés en conocer las propiedades de las sustancias, por la posibilidad de sus diferentes usos; hoy para satisfacer las necesidades del hombre la ciencia y la tecnología permiten obtener nuevas sustancias.

Los seres humanos buscan solución urgente para la disminución de las sustancias que contaminan nuestro hábitat y crean otras que son biocompatibles,

¹ Esta magnitud relaciona la masa y el volumen de la sustancia. Mientras menor sea la densidad de una sustancia esta será más ligera y viceversa.

² Propiedad que tienen los metales y las aleaciones de ser convertidos en alambres.

para que, cuando se conviertan en desechos, puedan ser descompuestas por la naturaleza y reincorporadas al sistema ecológico en que se encuentren, y así influir de forma positiva en el medio ambiente.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. ¿Qué propiedades sirven para caracterizar una sustancia pura y diferenciarla de otras en condiciones determinadas de temperatura y presión? Argumenta y ejemplifica con una sustancia y sus propiedades.
2. Las sustancias constituyen los cuerpos y es muy importante cuáles están directamente relacionadas con:
 - a) ¿Cuáles son algunas de las sustancias más importantes en cada una de las esferas geográficas? ¿Por qué?
 - b) Investiga acerca de la importancia de algunas de las sustancias presentes en el organismo humano.
3. Responde a partir de la consulta de la tabla siguiente:
 - a) ¿En qué estado de agregación se encuentran estas sustancias a TPEA.
 - b) Selecciona el metal que utilizarías en mayor proporción para construir un avión. Argumenta.
 - c) Investiga cuáles instrumentos son utilizados para medir las magnitudes relacionadas en la tabla.

Sustancias	Densidad (g/cm³)	Temperatura de fusión (°C)	Temperatura de ebullición (°C)
aluminio	2,70	660,3	2 467
hierro	7,86	1 535	2 750
cobre	8,92	1 063	2 567
estaño	7,8	231,9	2 260

4. Investiga si en tu localidad existen centros de investigación en que se obtengan, se manipulen o se almacenen sustancias.
 - a) Valora si estos contribuyen o no a la contaminación ambiental, y qué acción debe realizar la escuela para contribuir a disminuirlo o evitarlo.

2.2 Las mezclas de sustancias. Las disoluciones

Por lo general, en la naturaleza las sustancias se encuentran mezcladas con otras. Por ejemplo, el aire atmosférico es una mezcla de gases compuesta por dinitrógeno,³ dióxígeno,⁴ dióxido de carbono, vapor de agua y otras sustancias como helio, neón, argón, kriptón y xenón, en distintas proporciones. También la madera, la tierra, la arena de playa, las rocas y las aguas naturales (océanos, mares, ríos, lagos, lagunas, manantiales y aguas subterráneas) están formadas por varias sustancias, o sea, son mezclas. A pesar de la relatividad del concep-

³También llamado nitrógeno.

⁴ Comúnmente denominado oxígeno.

to sustancia pura, es importante diferenciar entre esta y mezcla. *Una mezcla es la unión de dos o más sustancias, sin que ocurra la transformación de estas en otras sustancias.*

Las propiedades de las mezclas dependen de las sustancias que las componen y de la proporción en que se encuentran. No obstante, las propiedades de las sustancias que constituyen una mezcla casi siempre se conservan en ella.

Por ejemplo, la composición del aire no es igual en una zona donde hay una industria que emite gases contaminantes a la atmósfera, que en otra en la que esta no existe. También es diferente en un mismo lugar en distintas épocas del año. Sin embargo, las sustancias que constituyen el aire mantienen sus propiedades.

Igual ocurre con el petróleo, que es una mezcla de sustancias sólidas, líquidas y gaseosas. Dos muestras de petróleo tomadas de diferentes profundidades o lugares no tienen la misma composición ni, por consiguiente, las mismas propiedades. Sin embargo, cada una de las sustancias que lo forman conserva sus propiedades en ambas muestras.

Con el fin de satisfacer sus necesidades, la humanidad ha creado mezclas que no existen en estado natural, tales como el vidrio, el cemento, el gas de la calle (compuesto por monóxido de carbono, dihidrógeno y metano, esencialmente), el gas licuado de balón (constituido por propano y butano), numerosos medicamentos (Alusil, Kaoenterín, Magma de magnesia), herbicidas, insecticidas y todas las aleaciones³ (acero, bronce, latón, duraluminio, entre otras).

Los distintos componentes en las mezclas se pueden o no observar a simple vista. Cuando se observan a simple vista la mezcla es *heterogénea*.

Por el aspecto externo no siempre se puede saber si una muestra dada es una sustancia pura o una mezcla. Para ello es necesario comprobar, al menos, una de las propiedades físicas siguientes: la temperatura de fusión, la temperatura de ebullición o la densidad, pues estas, como ya se dijo, son constantes para cada sustancia pura en determinadas condiciones de presión y de temperatura, o de una de ambas, según el caso, mientras que en las mezclas estas propiedades varían en dependencia de sus componentes y la proporción en que se encuentren.

Las disoluciones

Las disoluciones son un caso particular de las mezclas y se originan cuando una o más sustancias se dispersan en otra. Por eso en las disoluciones el componente o los componentes disueltos no se distinguen a simple vista, ni con un microscopio. Se dice entonces que la mezcla es homogénea.

Las disoluciones son mezclas homogéneas de dos o más sustancias en proporciones variadas.

Las disoluciones pueden ser sólidas, gaseosas o líquidas, atendiendo a su estado de agregación. Las proporciones de las sustancias que las constituyen se pueden variar.

Entre las disoluciones sólidas se encuentran algunas aleaciones. Cualquier

³ Están constituidas por dos o más sustancias que generalmente son metales. Por ejemplo, para obtener el acero se adiciona carbono al hierro.

mezcla de gases constituye una disolución gaseosa, por ejemplo el aire. Disoluciones líquidas son las aguas naturales, entre muchas otras.

Las disoluciones líquidas y las gaseosas son transparentes.

Las disoluciones líquidas, es decir, las disoluciones de sólidos, líquidos o gases en líquido, principalmente agua, son las más importantes y de uso más frecuente. Desempeñan una función esencial en la vida diaria, pues se emplean en el hogar, el laboratorio y la industria.

En la producción de azúcar, refrescos, bebidas alcohólicas, perfumes, jabones, colorantes, pinturas, etc., se utilizan disoluciones líquidas.

Los aceites lubricantes empleados en la industria, los sueros fisiológicos y numerosos productos farmacéuticos usados en medicina, así como algunos herbicidas e insecticidas, de gran importancia para la agricultura, son disoluciones líquidas.

Entre estas también existen los aceites vegetales, el vinagre, el vino seco, la lejía y el sulfamante, muy manipuladas en el hogar.

Muchos procesos ocurren entre disoluciones líquidas, como en los organismos vivos. Por ejemplo, las plantas toman las sustancias nutritivas del suelo solo en disolución. Además las disoluciones constituyen la parte líquida de las células vivientes.

En las disoluciones líquidas el componente o los componentes disueltos o que se encuentran en menor proporción se denominan soluto y la sustancia que disuelve al soluto se nombra disolvente.

Generalmente, en las disoluciones de sólidos o de gases en líquido, este último es el disolvente, mientras que los sólidos o gases disueltos son solutos. Por ejemplo, en las aguas naturales superficiales o subterráneas, el dióxigeno, el dióxido de carbono y las sustancias sólidas disueltas son solutos y el agua es el disolvente.

En las disoluciones de líquido en líquido el soluto es el que está en menor proporción. Así, en una disolución de agua y etanol (comúnmente llamado alcohol), cualquiera de los dos puede ser el disolvente y el soluto, pues solo depende de la proporción de cada uno.

Todas las disoluciones líquidas en las que el agua es el disolvente se denominan disoluciones acuosas.

En el agua se disuelven numerosas sustancias y por ello es un excelente disolvente. Su amplia utilización en la industria, la técnica, el laboratorio, la medicina, la agricultura, el hogar, etc., se basa, fundamentalmente, en esa significativa propiedad que tiene de disolver a muchas sustancias.

Por su importancia para la vida, tanto de los seres humanos como de las plantas y animales, al igual que en el desarrollo agrícola, industrial, científico-técnico, etc., es imprescindible utilizar racionalmente el agua y evitar su contaminación para un desarrollo sostenible.

Frecuentemente en la cotidianeidad o incluso en el campo científico-técnico se emplea el término *material* para identificar la composición de los cuerpos, en vez de referirse a sustancias puras o mezclas de sustancias, para hacerlo con mayor precisión. Por ejemplo, en la actualidad es común escuchar que se han obtenido nuevos materiales de gran utilidad a partir de la nanotecnología.⁶

⁶ Nanotecnología: Tecnología de los materiales y de las estructuras en los que el orden de magnitud se mide en nanómetros con aplicaciones a la física, la química y la biología.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. ¿Cuáles son las diferencias que existen entre una sustancia pura y una mezcla? Argumenta.
 - a) ¿Qué procedimiento se puede emplear para sugerir que una muestra dada es una mezcla o una sustancia pura?
 - b) ¿En qué magnitudes lo fundamentas y cuál es el instrumento que utilizarías para realizar las mediciones?
2. Argumenta por qué el agua potable y algunas disoluciones tienen gran importancia para una vida saludable. Ejemplifica.
 - a) Investiga en tu localidad qué medidas se aplican a nivel comunitario para el ahorro de agua. ¿Qué acciones puedes emprender desde tu actuar como pionero para contribuir a ello?
3. ¿Por qué el aire es considerado una mezcla y no una sustancia pura? Valora su clasificación como una disolución.

2.3 La separación de los componentes de las mezclas. Decantación y filtración

Para separar las sustancias que componen una mezcla, primero es necesario conocer sus propiedades.

Los componentes de una mezcla se separan teniendo en cuenta varias de sus propiedades físicas, tales como el estado de agregación, la solubilidad en agua o en otro disolvente y la temperatura de ebullición.

Para ello se llevan a cabo una o más operaciones, tanto en el laboratorio como en la industria y el hogar. Las operaciones más utilizadas para separar los componentes de una mezcla son: *decantación, filtración, vaporización y destilación.*

A veces es necesario hacer solo una de las operaciones mencionadas para separar las sustancias que constituyen una mezcla. Pero en la mayoría de los casos hay que realizar dos o más de estas e incluso hasta añadir una sustancia, generalmente un líquido. Otras operaciones en la industria son más complejas, pero se basan en el mismo principio.

Si se conocen los componentes de una mezcla y sus propiedades, se puede formular una predicción⁷ sobre cómo separarlos y después comprobarla en la práctica.

Decantación

La arena y el agua que forman una mezcla pueden separarse por decantación, pues la arena es prácticamente insoluble en agua y sedimenta en el fondo del recipiente después de un tiempo breve.

⁷ Una predicción es una proposición o afirmación científicamente fundamentada acerca de un fenómeno aún desconocido, realmente posible y que puede o no existir. Un ejemplo de predicción es el pronóstico del tiempo o parte meteorológico de lo que debe suceder al día siguiente, los días y meses sucesivos e incluso el año venidero. En tal caso, se llega a esa afirmación utilizando datos, modelos y diversos aparatos. Entonces puede ocurrir que la previsión o pronóstico científico no concuerde, total o parcialmente, con la realidad.

Los líquidos no miscibles (prácticamente insolubles) entre sí, que constituyen una mezcla, como ocurre con la gasolina y el agua, también se separan por decantación. Esta mezcla se vierte en un embudo de separación y se deja reposar hasta que se observe claramente la separación entre los dos líquidos (interfase). Después se decanta el de abajo, mientras el otro queda en el embudo de separación. En este ejemplo el agua constituye la capa inferior.

La decantación también se puede hacer por succión. En este caso, el líquido se extrae con un gotero o con una bomba de succión, en dependencia del volumen de líquido contenido en la mezcla.

La decantación se realiza para separar el componente líquido de una mezcla de otro (sólido o líquido) prácticamente insoluble en aquel y que transcurrido un tiempo relativamente breve se deposita en el fondo del recipiente.

En una de las fases de la producción industrial de azúcar o sacarosa, el jugo de la caña o guarapo es separado por decantación de la cachaza y de impurezas sólidas como las arcillas y las arenas.

Filtración

Los componentes de las mezclas de serrín y agua, así como de tiza en polvo y agua pueden separarse por filtración. Ambos sólidos son prácticamente insolubles en este disolvente. Además, el serrín flota en la superficie del agua, mientras que la tiza en polvo, luego de mantenerse un tiempo en suspensión, se deposita en el fondo del recipiente.

La filtración se realiza para separar el componente líquido de una mezcla, de otro sólido prácticamente insoluble en el líquido y cuyas partículas flotan en su superficie o se mantienen en suspensión durante un tiempo relativamente prolongado.

En el laboratorio generalmente se utiliza un papel de filtro para filtrar. Durante la filtración el líquido que atraviesa el filtro se denomina filtrado y el sólido que queda retenido en dicho filtro se nombra residuo.

En los centrales azucareros, el guarapo que se extrae de la caña de azúcar se separa de diferentes sólidos en suspensión, entre los que se encuentra el bagacillo, fundamentalmente por filtración. También un gran volumen de jugo contenido en la cachaza se recupera mediante la filtración. Además, en el proceso de refinación del azúcar crudo se añade agua caliente a las cachazas formadas en las refinerías y después se decanta o se filtra para recuperar la mayor parte de la sacarosa que aún puede contener (recobrado).

En los procesos industriales se emplean como filtros tejidos de paño, lana de vidrio, algodón, grava o arena, tela metálica o lona, entre otros.

La decantación y la filtración del agua se llevan a cabo en los acueductos, para hacerla potable. Así, el agua se bombea de la fuente de abastecimiento a un lugar donde ocurre la sedimentación de numerosas impurezas sólidas, las cuales se separarán por decantación de este disolvente. Pero como el agua aún contiene impurezas sólidas en su superficie o en suspensión, se eliminan filtrándolas a través de una capa de arena en otra sección. Al filtrado se le adiciona dicloro⁸ y otras sustancias que destruyen las bacterias y los gérmenes pató-

⁸ Comúnmente llamado cloro.

genos. Entonces se almacena en otra zona, lista para su distribución a la población.

De esta manera, el agua proveniente de ríos y manantiales se hace potable. Este proceso evita enfermedades que pueden ser transmitidas por la contaminación del agua, como son el parasitismo, la hepatitis A, la fiebre tifoidea y el cólera.

Con ese mismo objetivo se recomienda hervir el agua cuando ocurren fenómenos naturales, tales como los ciclones o huracanes, porque en estos casos se contamina el agua del acueducto.

El agua potable está libre de impurezas nocivas para la salud del hombre, pero contiene sales y otras sustancias disueltas que son necesarias para su organismo. Por esta razón el agua potable no es agua pura.

En resumen, *la decantación y la filtración consisten en trasvasar un líquido a un recipiente, para separarlo de uno o más componentes (sólidos o líquidos) de la mezcla.*

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Compara las operaciones de decantar y filtrar en cuanto a:
 - a) ¿Para qué se realizan? ¿En qué consisten?
 - b) Cita ejemplos de mezclas que puedan ser separadas mediante ambas operaciones y describe cómo proceder para la separación en una de ellas argumentando en qué propiedades de los componentes se fundamenta.
 - c) Representa mediante un dibujo cómo se realizan y menciona los útiles empleados en cada caso.
2. Mezcla en tu hogar volúmenes pequeños e iguales de agua y aceite.
 - a) Observa y describe qué ocurre.
 - b) Separa los componentes de esta mezcla sin utilizar el embudo de separación. ¿Qué procedimiento empleaste?
3. ¿Por qué el mal hábito de fumar es sumamente dañino a la salud humana, aun cuando se usen para fumar cigarrillos con “filtro”?
4. En la corteza terrestre las capas de rocas sirven de filtro natural a las aguas que penetran al subsuelo. Argumenta si realmente se pueden considerar “puras” las aguas subterráneas.
5. Durante la potabilización del agua natural en los acueductos, para separar las numerosas impurezas sólidas de diferentes densidades, que sedimentan con facilidad o flotan en su superficie, y eliminar los microorganismos, se emplean distintas operaciones.
 - a) ¿Cuál es el procedimiento empleado para realizar el proceso de potabilización? Describe el orden de las operaciones a realizar.
 - b) ¿Por qué al referirse al agua como recurso natural, se discute sobre la pertinencia de denominarla recurso renovable y no recurso inagotable?
 - c) ¿Cómo afecta la carencia de agua a la salud humana? ¿Qué valores son necesarios formar para contribuir a la conservación de las reservas naturales de agua potable?

2.4 La separación de los componentes de las mezclas. Vaporización y destilación

La vaporización y la destilación se llevan a cabo, esencialmente, para separar los componentes de una disolución.

Vaporización

Esta operación se efectúa, básicamente, para separar los componentes de una disolución, siempre y cuando se desee recoger el soluto y este no se descomponga en otras sustancias a la temperatura empleada. Por ejemplo, si se vaporiza el agua de mar, se recogen las sustancias sólidas disueltas en ella.

La vaporización se realiza para separar uno o más componentes sólidos, generalmente disueltos, del componente líquido de una mezcla, y se basa en las diferentes temperaturas de ebullición de las sustancias que constituyen la mezcla.

En otras palabras, la vaporización consiste en el paso de un líquido al estado gaseoso para separarlo de uno o más componentes sólidos disueltos en él.

La vaporización de un líquido puede realizarse a temperatura ambiente o con calentamiento. En el último caso, a veces la mezcla se calienta hasta ebullición para separar el sólido del líquido (vaporización por ebullición). Si la vaporización solo ocurre en la superficie del líquido a la temperatura ambiente, se denomina evaporación, como ocurre en el mar, los ríos, las presas, los charcos, etcétera.

En el laboratorio se emplea con frecuencia una cápsula de porcelana para vaporizar por calentamiento. Si se desea que la vaporización ocurra a temperatura ambiente, entonces por lo general se utiliza una cristalizadora.

Otra de las fases en el proceso de producción de azúcar consiste en someter a vaporización el guarapo separado de la cachaza, pues contiene 85 % de agua. Al vaporizarse un gran volumen de agua se obtiene un jarabe de color amarillo llamado meladura, que posee un alto porcentaje de azúcar disuelto. Después, la meladura pasa a los tachos, donde se forman los primeros cristales de azúcar por vaporización del agua restante.

Una de las etapas de extracción del cloruro de sodio en las salinas y de obtención del jabón en la industria consiste en la vaporización del agua. En las salinas este proceso se efectúa a temperatura ambiente en zonas costeras.

También la vaporización se utiliza a menudo para secar sólidos humedecidos.

Destilación

La destilación se efectúa, en muchas ocasiones, para separar los componentes de una disolución, fundamentalmente cuando se desea recoger el disolvente o varios líquidos de la mezcla. Por ejemplo, si se destila el agua del acueducto, se recoge agua de elevada pureza, conocida como agua destilada.

Esta destilación es muy sencilla, por lo que se nombra destilación simple.

La destilación se realiza, por lo general, para separar el componente o los componentes líquidos de una mezcla en la que hay una o más sustancias disueltas (sólidas o líquidas) y se basa en las diferentes temperaturas de ebullición de las sustancias que constituyen la mezcla.

En resumen, la destilación consiste en vaporizar, por calentamiento, uno o más componentes líquidos de una mezcla, para después condensar esos vapores y recoger los líquidos a diferentes temperaturas de ebullición.

Por tanto, durante la destilación ocurren dos cambios de estado de agregación: primero la vaporización del líquido y después la condensación del vapor.

¿Cómo ocurre la destilación de una disolución, por ejemplo de agua del acueducto, en el laboratorio?

Para ello se utiliza un aparato de destilación. A la temperatura de ebullición del agua, sus vapores pasan por el tubo interior de un condensador o refrigerante. La corriente de agua fría que circula por el tubo exterior del condensador, en sentido contrario a los vapores de agua, hace que estos se condensen. El líquido destilado (agua libre de impurezas y de otras sustancias, como el cloruro de sodio) se recoge en un recipiente.

La circulación de dos sustancias en sentido contrario entre sí se conoce como proceso de contracorriente. En el ejemplo descrito esto se evidencia al circular el agua fría en sentido contrario al desplazamiento de los vapores de agua en el refrigerante, para que estos se condensen.

El enfriamiento o calentamiento de una sustancia por la acción de otra se denomina proceso de intercambio térmico. En la destilación del agua del acueducto esto se pone de manifiesto durante el enfriamiento (condensación) de los vapores de agua por la acción de la corriente de agua fría. También en la vaporización tiene lugar un proceso de intercambio térmico.

Ambos procesos: contracorriente e intercambio térmico, se emplean en muchos procesos industriales.

Los componentes líquidos que se recogen durante la destilación casi nunca tienen un alto grado de pureza, como es el caso de la destilación del petróleo. Una excepción es el agua destilada, comúnmente llamada agua pura, la cual se utiliza para el funcionamiento de los acumuladores de transportes automotores y como disolvente para la preparación de medicamentos y de disoluciones que se emplean en los laboratorios, entre otros usos.

En Cuba el etanol se obtiene por la destilación del producto de la fermentación de las mieles finales de la industria azucarera. La mezcla formada durante la fermentación de esas mieles primero se filtra y después se destila. También el etanol puede obtenerse al destilar la mezcla producida en la fermentación de algunos jugos de frutas, de cereales y del suero lácteo. Este alcohol es muy importante, pues se emplea como disolvente para la elaboración de bebidas alcohólicas, medicamentos, perfumes, cosméticos, barnices, lacas, tintes, insecticidas, combustible, etcétera.

En la actualidad la crisis en la producción de combustible y su irracional uso en las sociedades capitalistas ha llevado a países como Estados Unidos, a la obtención de etanol a partir de productos agrícolas alimenticios. Los pueblos del mundo han criticado esta práctica, pues ella conlleva al incremento del hambre de las grandes masas de desposeídos en el mundo.

Durante la destilación del aire licuado en la industria, se obtienen sus principales componentes, dinitrógeno y dióxígeno, en estado líquido.

También la destilación es una de las operaciones más importantes que se llevan a cabo en el proceso de refinación del petróleo crudo.

En los ejemplos anteriores la destilación que se realiza no es simple, porque las temperaturas de ebullición de los componentes de cada mezcla están muy cercanas. Se trata entonces de una destilación fraccionada.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Compara las operaciones de vaporizar y destilar con respecto a:
 - a) ¿Para qué se realizan?
 - b) ¿En qué propiedades de los componentes de las mezclas se basa la separación de estos en cada caso?
2. ¿Cuál es el fundamento para la obtención de sal en las salinas a partir del agua de mar, si se requiere que se realice en estanques de una gran superficie? Localiza en un mapa de Cuba la zona donde se encuentra la mayor salina en nuestro país. ¿Qué significado histórico posee esta zona y qué implicación tiene para el desarrollo del país?
3. Investiga cuáles operaciones utilizaba el hombre en épocas remotas para la obtención de alcohol y cómo se realizaba. ¿Por qué la ingestión de esta sustancia es tan dañina al ser humano?
4. ¿Cómo podrías purificar la sal de cocina en casa si está contaminada con arena?
5. Consulta la tabla de temperaturas de fusión de las sustancias y di a qué temperatura debe encontrarse el aire a TPEA para poder obtener el dióxígeno y el dinitrógeno por destilación fraccionada (uno primero y otro después). ¿Cuál de las sustancias se recoge primero al aplicar esta operación de separación de mezclas?

2.5 La reacción química: reacciones exotérmicas y endotérmicas

Desde la prehistoria el ser humano primitivo comenzó a acumular conocimientos relacionados con las sustancias y sus transformaciones, sobre todo mediante las observaciones de estas en el medio en que vivió y la confección de sus instrumentos de trabajo. Este tipo de cambio es fundamental en el universo.

En esa época, primero se utilizó el fuego producido por fenómenos naturales y después los humanos descubrieron cómo obtenerlo, para lo que estos emplearon, principalmente, troncos y ramas secas de los árboles. Durante el fuego, la madera se transforma en otras sustancias: gases, pedazos de carbón y cenizas.

Este descubrimiento trajo consigo que el hombre primitivo aprendiera a extraer metales de los minerales por la acción del fuego. De esta forma, y con el decurso del tiempo, se extrajeron oro, plata, cobre, hierro, plomo, estaño y mercurio, entre otros. Con el descubrimiento de estas sustancias se comenzó a sustituir los instrumentos de trabajo hechos de piedra por otros de metal. Por ejemplo, las civilizaciones antiguas utilizaron el oro y la plata en la elaboración de objetos de adorno, y el cobre y el hierro para hacer aperos de labranza y armas.

En la actualidad la humanidad continúa usando los metales en la fabricación de distintos utensilios, instrumentos, aparatos, maquinarias, etcétera. Sin embargo, en muchos casos prefiere utilizar otras sustancias debido a que los metales no siempre conservan sus propiedades cuando se encuentran en determinadas condiciones.

Si un objeto de hierro, por ejemplo un clavo, se deja un tiempo prolongado a la intemperie, su superficie se cubre de una capa áspera de color carmelita denominada herrumbre. El hierro, por la acción del dioxígeno, del dióxido de carbono y de la humedad del aire, se transformó en otra sustancia.

La combustión de la madera, la extracción de metales de sus minerales y la corrosión del hierro son reacciones químicas. En ellas las propiedades de las sustancias que se forman son distintas a las propiedades de las sustancias iniciales o de partida.

Una reacción química es la transformación de una o más sustancias en otra u otras con propiedades diferentes a las sustancias que reaccionaron.

Si al ocurrir un cambio, las sustancias involucradas continúan siendo las mismas, ha ocurrido un cambio físico, pero si las sustancias se transforman en otras nuevas con propiedades diferentes, se ha producido un cambio químico, o sea, una reacción química.

Constantemente tienen lugar numerosas reacciones químicas, muchas de ellas a nuestro alrededor. Unas ocurren a temperatura ambiente, como la decoloración de tejidos (por ejemplo con lejía) y del pelo (con una disolución acuosa de peróxido de hidrógeno), la fermentación de la leche, la maduración de frutas, viandas y vegetales, el revelado de fotos y la corrosión de los metales y las aleaciones, que causa grandes daños económicos.⁹

Otras reacciones químicas ocurren a temperaturas superiores a la ambiental, por lo cual es necesario calentar las sustancias que participan en la reacción. Ejemplos de estas son la extracción de metales a partir de sus minerales y las reacciones de combustión.

También en el cuerpo humano y en el de los animales se llevan a cabo diversas y complejas reacciones químicas, como las que ocurren durante el proceso de la respiración. En una de ellas la glucosa¹⁰ presente en la sangre reacciona con el dioxígeno que se inhala o inspira del aire, formando agua y dióxido de carbono.

Asimismo, en las plantas, que son organismos con clorofila, ocurren reacciones químicas, como por ejemplo la fotosíntesis, en la que el dióxido de carbono del aire y el agua que toman por las raíces se transforman, por la acción de la energía solar, en dioxígeno y glucosa, fundamentalmente.

En realidad los procesos vitales son, en esencia, reacciones químicas, numerosas y de cierto grado de complejidad. También en la litosfera, en la formación del relieve se producen cambios físicos y químicos.

La transformación de una o más sustancias en otra u otras en una reacción química da lugar a que, de modo general, se observen o se perciban efectos que lo confirmen, pues las nuevas sustancias que se originan tienen propiedades diferentes a las iniciales.

⁹ Por eso se toman medidas de protección anticorrosivas, sobre todo en nuestro país por estar rodeado de mar y, en consecuencia, existir una alta humedad relativa del aire. Entre esas medidas se encuentran el recubrimiento de las superficies metálicas con pinturas, lacas, aceites, esmaltes y metales resistentes a la corrosión (cinc, cromo, estaño, plomo), porque estas sustancias forman una capa protectora que aísla a la superficie metálica del dioxígeno, el dióxido de carbono y el agua en forma de vapor que hay en el aire.

¹⁰ La glucosa, al igual que la sacarosa, es un carbohidrato. Los carbohidratos son importantes fuentes de energía para todos los organismos.

Entre las manifestaciones que evidencian la ocurrencia de una reacción química se encuentran el cambio de coloración y la formación o desaparición de un sólido, un líquido o un gas. Sin embargo, a veces ocurre una de estas manifestaciones y no tiene lugar una reacción química, sino un cambio físico. Por ejemplo, al derretirse el hielo, destaparse un refresco, echarle café o chocolate a la leche.

Contrario a lo anterior, en todas las reacciones químicas se desprende o se absorbe energía mediante calor. Así, el desprendimiento o la absorción de energía mediante luz y calor son igualmente manifestaciones de la ocurrencia de una reacción química, aunque no siempre significan que esta tuvo lugar. Tales son los casos del enfriamiento o calentamiento del agua y el destello de luz cuando se hace una fotografía instantánea.

La energía que se desprende durante las reacciones químicas se utiliza ampliamente con distintos fines. Por ejemplo, se aprovecha la energía eléctrica que produce la reacción química que ocurre en las pilas electroquímicas¹¹ para el funcionamiento de linternas, radios, relojes, calculadoras, grabadoras y televisores portátiles; la energía luminosa que origina la combustión de una vela y de un quinqué de queroseno para alumbrarse; y la energía calorífica que se desprende en la combustión del petróleo y algunos de sus derivados para la producción de corriente eléctrica, la calefacción, la realización de procesos industriales, entre otros.

Igualmente es muy empleada la energía calorífica que produce la combustión del carbón, el queroseno, el gas de la calle y el gas licuado o de balón, para cocinar los alimentos, provocar reacciones químicas que ocurren con calentamiento, etcétera.

Además, los vehículos automotores funcionan gracias a la producción de electricidad por las reacciones químicas que ocurren en los acumuladores (también son pilas) y a la combustión del petróleo, de la gasolina o del *fuel-oil*. Sin la combustión de combustibles especiales, no hubiera sido posible que el hombre viajara por el cosmos y llegara a la Luna.

Teniendo en cuenta la energía desprendida o absorbida mediante calor en las reacciones químicas, estas se clasifican en reacciones exotérmicas y reacciones endotérmicas.

Las reacciones químicas que ocurren con desprendimiento de energía mediante calor se llaman reacciones exotérmicas.¹²

Ejemplos de estas son las que tienen lugar durante la respiración, la corrosión de los metales y las aleaciones, y las de combustión. Debe tenerse en cuenta que a muchas reacciones exotérmicas es necesario suministrarles energía mediante calor para que comiencen, como sucede con las de combustión, pero que luego de iniciadas no se detienen por sí solas.

Las reacciones químicas que ocurren con absorción de energía mediante calor se llaman reacciones endotérmicas.

La fotosíntesis y la descomposición térmica de la caliza en cal viva y dióxido de carbono son reacciones endotérmicas.

¹¹ Comúnmente conocidas como pilas, en Cuba y otros países.

¹² El prefijo *exo* significa hacia afuera.

¹³ El prefijo *endo* significa hacia adentro.

La energía desprendida o absorbida mediante calor, en las reacciones químicas, a presión constante, se representa internacionalmente con un símbolo: ΔH .¹⁴ En la práctica se le asocia valores positivos o negativos indicando si la reacción es endotérmica o exotérmica.

De forma convencional se ha adoptado el criterio siguiente:

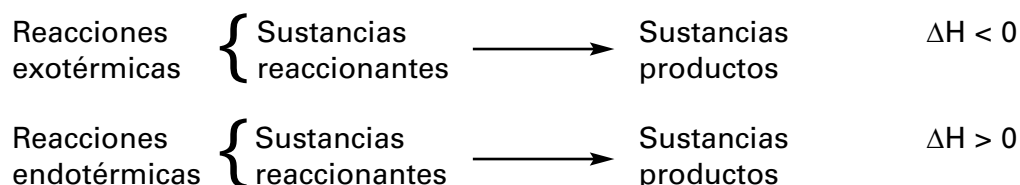
Si la reacción es exotérmica: ΔH es negativo o menor que cero ($\Delta H < 0$).

Si la reacción es endotérmica: ΔH es positivo o mayor que cero ($\Delta H > 0$).

Como en las reacciones químicas unas sustancias se transforman en otras, se puede inferir que en ellas unas sustancias reaccionan y otras se producen.

Las sustancias reaccionantes son las que existen antes de iniciar la reacción química. Las sustancias productos son las que se forman durante la reacción química. Por tanto, en las reacciones químicas las sustancias reaccionantes se transforman en las sustancias productos.

De acuerdo con todo lo anterior, las reacciones químicas se pueden representar de manera general y abreviada, como se muestra a continuación:

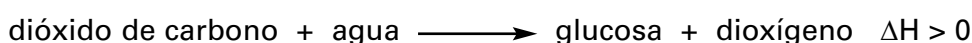


La saeta indica el sentido en que se realiza la reacción química, o sea, en que se transforman unas sustancias en otras. Si las sustancias reaccionantes o las productos son varias, entre sus nombres se escribe un signo positivo (+).

Teniendo en cuenta lo antes expuesto, una de las reacciones químicas descritas que ocurren durante el proceso de respiración en los seres humanos y los animales, que es exotérmica, se puede representar mediante un esquema con palabras de la forma siguiente:



De forma análoga se puede representar la fotosíntesis, que es una reacción endotérmica:



Existen muchos procesos naturales que constituyen reacciones químicas, por ejemplo la fermentación, la oxidación o corrosión de los metales, la combustión natural o provocada por el hombre con el descubrimiento del fuego, y algunos de los procesos exógenos, formadores de relieve en la corteza terrestre por meteorización o intemperismo, donde además de procesos físicos se produce la acción química del agua, el dioxígeno o el dióxido de carbono, entre otras sustancias.

También con el conocimiento científico-técnico se utilizan los recursos naturales en la producción material a partir de procesos fundamentados en reacciones químicas. Tal es el caso de la obtención de metales por diferentes vías industriales a partir de los recursos naturales minerales, como parte de los componentes socioeconómicos del medio ambiente.

¹⁴ Este símbolo representa la magnitud variación de entalpía.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. ¿Qué es un cambio químico y en qué se diferencia de un cambio físico?
2. ¿En cuál de los siguientes experimentos se obtiene una mezcla y en cuál ocurre una reacción química? Argumenta.

Experimento 1: Muestra líquida incolora que se pone en contacto con un sólido blanco que al agitarlo se obtiene un sistema homogéneo. Al calentar hasta ebullición, esta se produce en un intervalo de temperatura y libera un gas, quedando el sólido en el recipiente.

Experimento 2: Muestra sólida anaranjada que al calentarse se descompone en un sólido verde y un gas, desprendiéndose gran cantidad de luz y calor.

3. ¿Ocurre una reacción química cuando se decanta, se filtra, se vaporiza o se destila una mezcla? ¿Por qué?
 - a) Menciona dos ejemplos de aplicación de las operaciones mencionadas en la industria.
 - b) Identifique en cuál de las siguientes situaciones ocurre una reacción química. Argumenta tu respuesta.
 - ___ Atracción del hierro por un imán.
 - ___ Al destapar un pomo de refresco gaseado se observa un burbujeo.
 - ___ Dilatación de un eje de acero al someterlo a la acción del calor.
 - ___ La fusión del estaño al realizar una soldadura.
 - ___ Al encender un fósforo.
 - ___ Cuando se fermenta una fruta.
 - ___ Cuando se extrae petróleo.
4. Bajo una campana de vidrio se coloca una planta y en otra una lagartija, ambas vivas. Al pasar cierto tiempo la planta y la lagartija mueren. Sin embargo, si el experimento se hubiera realizado con ambas bajo la misma campana, transcurrido el mismo tiempo, siguen vivas.
 - a) ¿Cuál es la razón de que juntas no se mueran? Explica.
 - b) Representa mediante esquemas con palabras los procesos involucrados.
5. Realiza con cuidado y en presencia de una persona adulta los experimentos que se indican. Observa y describe lo ocurrido en cada caso.
 - a) Argumenta si en cada uno de estos experimentos ocurre una reacción química o no, relacionando las manifestaciones externas que la identifican:
 - La combustión de un papel.
 - Al añadir zumo de limón a una roca de mármol.
 - La acción de agua acidulada y salada sobre un clavo de hierro.

CAPÍTULO 3

Sustancias vitales: el dioxígeno y el trioxígeno¹⁵

Ya hemos estudiado que los cuerpos tienen propiedades generales, comunes a todos ellos, y propiedades que distinguen a unos cuerpos de otros. También se estudiaron las propiedades de las sustancias. Pero, ¿qué relación hay entre las propiedades de estas y su estructura?, ¿cómo se explican las diferencias observadas en las propiedades de las sustancias?, ¿cómo es posible que una misma sustancia en estado sólido tenga diferentes propiedades que en estado líquido o gaseoso?, ¿cómo explicar el desgaste del grafito de los lápices al escribir?

En la práctica, cuando se afila la punta de los lápices se desprenden porciones muy pequeñas de sustancia, igual sucede al escribir con tiza en el pizarrón. Asimismo, se observa el desgaste del relieve de las monedas y de la parte central de las escaleras metálicas. Algo similar ocurre al disolver cierta cantidad de azúcar o sal común en agua, pues los granitos de estas sustancias no se observan posteriormente, lo que da la idea de que están formados por porciones mucho más pequeñas.

En este capítulo se estudiará la estructura de las sustancias, y se mostrará la unidad y la diversidad en la naturaleza a partir de estas, comenzando con el estudio de sustancias vitales para el planeta, que influyen de una forma u otra en la vida de los organismos.

El descubrimiento del fuego por el ser humano primitivo marcó un hito en la historia de la humanidad. Él utilizó primero el fuego producido por fenómenos naturales y después descubrió cómo obtenerlo; en este intento empleó troncos y ramas secas de los árboles. Durante el fuego, las sustancias en la madera se transforman en otras sustancias: gases, pedazos de carbón y cenizas. Con su hallazgo también aprendió a extraer metales de los minerales por la acción del fuego. En el transcurso del tiempo comenzó la extracción de la plata, el cobre, el hierro, el plomo, entre otros. Con el descubrimiento de estas sustancias, pudo sustituir sus instrumentos de trabajo, hechos de piedra, por otros de metal, lo que favoreció el desarrollo de la humanidad.

Otras interrogantes a discutir serán: ¿cómo es posible que ocurra la combustión?, ¿podría ocurrir en ausencia de aire?, ¿por qué?, ¿qué importancia tienen el dioxígeno y el trioxígeno para la vida?, y ¿cómo explicar los cambios producidos en el volumen de aire contenido en una jeringuilla o de otros cuerpos al aplicar fuerzas sobre ellos o variar su temperatura?

¹⁵ También llamado ozono.

3.1 Propiedades físicas del dioxígeno y el trioxígeno. La capa de ozono

El dioxígeno y el trioxígeno u ozono son dos sustancias esenciales para la vida en nuestro planeta. En la tabla 3.1 se resumen algunas de sus propiedades físicas.

Tabla 3.1 **Propiedades físicas del dioxígeno y el trioxígeno**

Propiedades físicas	Dioxígeno	Trioxígeno
Estado de agregación (a 25 °C y 100 kPa)	Gas	Gas
Color	Incoloro	Azul claro
Olor	Inodoro	Fuerte, penetrante (a tierra mojada)
Sabor	Insípido	Característico
Solubilidad en agua	Poco soluble	Poco soluble (más que el dioxígeno)
Temperatura de fusión (a 100 kPa)	– 219 °C	– 192,7 °C
Temperatura de ebullición (a 100 kPa)	– 183,0 °C	– 111,0 °C

Como se puede apreciar, a 25 °C y 100 kPa ambas sustancias se encuentran en estado gaseoso, no tienen color ni sabor y son más densas que el aire.

Las dos sustancias son igualmente poco solubles en agua, aunque muy solubles en comparación con otros gases. No obstante, la pequeña cantidad de dioxígeno que se disuelve en agua es suficiente para satisfacer las necesidades respiratorias de los peces y otros organismos acuáticos.

Las temperaturas de fusión y de ebullición del trioxígeno son más altas que las del dioxígeno. Teniendo en cuenta los valores de estas dos propiedades se puede entender por qué el dioxígeno es gaseoso a la temperatura ambiente promedio de todos los países del planeta Tierra.

La influencia de las condiciones de temperatura y presión en las propiedades físicas de las sustancias también se pone de manifiesto en el color, por cuanto en estado líquido el dioxígeno es azul pálido y en estado sólido tiene un color azul más intenso.

Además de las diferencias anteriores, el trioxígeno se distingue del dioxígeno por su olor característico, fuerte y penetrante, pero agradable (ozono en griego significa “que tiene olor”). Esta sustancia es la causante del “olor a tierra mojada” cuando ocurren tormentas eléctricas.

La capa de ozono

En realidad el ozono es una sustancia con “dos caras”, porque puede causar la muerte y al mismo tiempo es imprescindible para la vida.

El ozono se encuentra en muy pequeñas proporciones en la atmósfera, pero en grandes concentraciones es capaz de destruir todos los organismos vivos,

todas las sustancias orgánicas y los metales (excepto el oro y el platino), pues los transforma rápidamente en otras sustancias, en este caso en óxidos de los respectivos metales. Por eso se dice que el ozono es un “asesino” de lo vivo. Esa es su acción perjudicial.

Sin embargo, esta sustancia es tan necesaria como el dioxígeno para preservar la vida. La capa de ozono, que se halla en la estratosfera a 20-30 km de altura en la atmósfera, impide que los rayos ultravioletas de la radiación solar (UV-B),¹⁶ lleguen a la superficie terrestre con toda su intensidad, los cuales serían mortales para el ser humano, las plantas, los animales y todas las demás especies. De esta manera la capa de ozono actúa como protector de la vida en la Tierra, al absorber la mayor parte de estos rayos, por lo que solo recibimos una insignificante cantidad de estos. Sin embargo, estas pequeñas radiaciones de alta energía se considera que son las principales causas del cáncer en la piel.

No hay dudas, entonces, de la imperiosa necesidad de cuidar la capa de ozono, de evitar su destrucción, lo cual ha venido ocurriendo desde los últimos años del siglo pasado. Existen agentes contaminantes del medio ambiente que son destructores de la capa de ozono, tales como los gases denominados freones, muy utilizados en la fabricación de los llamados aerosoles (*spray*) y en refrigeración, como ya se estudió, causantes en gran medida de lo que se conoce como el agujero de la capa de ozono, por lo que su empleo debe ser controlado. Internacionalmente el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) realiza esfuerzos para la protección de la capa de ozono y el medio ambiente en general.

La posición geográfica de Cuba en una zona tropical hace que exista una mayor incidencia de rayos UV debido a la latitud geográfica. Numerosas instituciones cubanas guiadas por los lineamientos de la legislación de la República, instrumentan acciones para la protección del medio ambiente con la prevención de la contaminación de la capa de ozono y evitar los daños en la salud humana y en los ecosistemas en general.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Investiga cuáles son las sustancias químicas presentes en el aire y representa un diagrama de pastel con las proporciones relativas de estas en dicha mezcla gaseosa.
2. La capa de ozono es llamada por muchos en la actualidad “el escudo natural” que protege la vida en nuestro planeta. Argumenta esta afirmación. ¿Qué ocurre cuando el ozono se encuentra en las capas bajas de la atmósfera?

3.2 Estructura de las sustancias. Difusión

Existe un gran número de fenómenos que evidencian que existe discontinuidad en la estructura de las sustancias. Por ejemplo ¿cómo explicar que las sustancias contaminantes liberadas a la atmósfera por el hombre como los freones lleguen a la gran altura en que se concentra la capa de ozono en la estratosfera.

¹⁶ Radiaciones ultravioletas dañinas.

Se debe comenzar a buscar la explicación en que en la estructura de las sustancias existen partículas a determinadas distancias unas de otras y en movimiento.

Todas las sustancias están formadas por átomos. Así, en la estructura de las sustancias se encuentran partículas que pueden ser: conjuntos de átomos llamados moléculas, átomos cargados eléctricamente llamados iones o átomos propiamente dicho. Entre estas partículas existen separaciones (espacios interpartículas). En la actualidad existen fotos que confirman esta idea, realizadas con la ayuda de potentes microscopios electrónicos.

¿Cómo es posible que si las partículas de los sólidos y los líquidos se atraen entre sí, ellas no se aproximen hasta tocarse y dejen de existir las separaciones entre ellas? ¿Por qué si los cuerpos están formados por partículas, los sólidos y los líquidos no se desintegran espontáneamente e incluso se requieren grandes esfuerzos para dividir la mayoría de los sólidos?

Las partículas de las sustancias se atraen y se repelen entre sí. Pudiera concluirse que *la atracción entre las partículas de los sólidos es mayor que la atracción entre las partículas de los líquidos y que en los gases esta es sumamente débil.*

En resumen:

- Las sustancias están formadas por pequeñísimas partículas (átomos, moléculas e iones).
- Entre las partículas existen separaciones llamadas espacios interpartículas.
- Entre las partículas existen fuerzas de atracción y repulsión.
- Las partículas están en constante movimiento.

¿Cuáles de las ideas básicas de la estructura de las sustancias, se manifiestan en fenómenos como los siguientes:

- a) Al comprimir el aire del interior de una jeringuilla: Las sustancias que componen el aire están formadas por pequeñísimas partículas, entre las cuales existen separaciones. Al comprimir esta mezcla de sustancias gaseosas, disminuyen los espacios entre las partículas componentes.
- b) Al destapar un recipiente con etanol, al cabo de cierto tiempo sentimos el olor en toda la habitación: La sustancia está formada por pequeñísimas partículas. Entre las partículas existen separaciones, atracciones y están en constante movimiento.

Lo declarado anteriormente propicia que al ponerse en contacto dos sustancias diferentes o dos porciones de la misma sustancia, ocurra un fenómeno de singular comportamiento. Resulta que las partículas de una de las sustancias pueden penetrar en los espacios interpartículas de las otras espontáneamente formando mezclas.

La penetración de las partículas de unas sustancias en los espacios interpartículas de otras recibe el nombre de difusión. Esto explica la interrogante inicial.

A causa de la difusión, dos o más sustancias que inicialmente estaban formando una mezcla heterogénea, pasado un tiempo suficiente, y en dependencia de las condiciones, puede transformarse en una mezcla homogénea.

Como las cuatro características microscópicas enunciadas al inicio de este epígrafe están presentes en cualquier sustancia, se deduce que el fenómeno de la difusión ocurre en cualquiera de los tres estados de agregación de las sustancias. Es decir, la difusión ocurre en los estados sólido, líquido y gaseoso de cualquier sustancia. La facilidad o la intensidad con que este fenómeno se

manifiesta es diferente en cada caso, atendiendo a la estructura microscópica que caracteriza a cada estado de agregación de las sustancias.

Como en la naturaleza no existe un límite rígido que pueda aislar totalmente unos sistemas de otros, la difusión está presente en la mayoría de los cambios que tienen lugar en la misma y en algunos casos resulta determinante, incluso para la subsistencia de los seres vivos. Por ejemplo, al respirar, el intercambio de dióxigeno y dióxido de carbono en nuestros pulmones se realiza por difusión a través de los vasos capilares; los peces respiran en el agua gracias a la difusión del dióxigeno en ella.

Sin la difusión sería imposible la elaboración de medicamentos, de dispositivos semiconductores, todos tan importantes para la vida y el desarrollo tecnológico de la sociedad.

TAREAS DE APRENDIZAJE

- 1. ¿Qué relación existe entre las separaciones de las partículas de una misma sustancia en los estados sólido, líquido y gaseoso? Argumenta.
- 2. La densidad de los sólidos es algo mayor que la de los líquidos y la de estos últimos muy superior a la de los gases. Sin embargo, en el agua no ocurre así, como se evidencia en la tabla siguiente:

Sustancia	Densidad (g/cm³)
Hielo (a 0 °C)	0,917
Agua líquida	0,998
Vapor de agua (a 100 °C)	5 · 10 ⁻⁶

- a) Localiza en el cuaderno de mapas las zonas de aguas congeladas del planeta.
- b) Investiga qué importancia tiene para la vida que la densidad del agua sólida sea menor que la del agua líquida.
- c) ¿En qué estado de agregación de las sustancias se realiza más fácilmente la difusión?
- 3. Argumenta por qué se plantea que los fumadores afectan también la salud de las personas que los rodean al convertirse estos últimos en “fumadores pasivos”.
- 4. Si se destapa un pomo de perfume en una habitación cerrada, al cabo de un rato se percibe el olor en cualquier lugar de la habitación. ¿Cuál de las ideas básicas de la estructura de las sustancias da la explicación a este fenómeno? ¿Cómo se nombra ese proceso?
- 5. Diseña un experimento con el que demuestres experimentalmente las ideas básicas acerca de la estructura de las sustancias estudiadas. Explica.

3.3 El átomo de oxígeno. Los niveles de energía

El dióxigeno y el trióxigeno están formados por moléculas. La diferencia radica en que cada molécula de dióxigeno consta de dos átomos de oxígeno (son diatómicas), mientras que cada molécula de trióxigeno está constituida por tres átomos de oxígeno.

Todos los átomos, como los de oxígeno, son estructuras complejas compuestas por varias partículas.

Las partículas fundamentales del átomo y algunas de sus características se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 3.2 **Partículas fundamentales del átomo**

Nombre	Símbolo	Carga (referida a la del electrón)	Masa aproximada (referida a la del protón)
electrón	e ⁻	1-	1/1 840
protón	p	1+	1
neutrón	n	0	1

Los protones y neutrones se encuentran en la región central de los átomos llamada **núcleo**. Por ejemplo, los átomos de oxígeno tienen en su núcleo 8 protones y 8, 9 o 10 neutrones (figura 3.1).

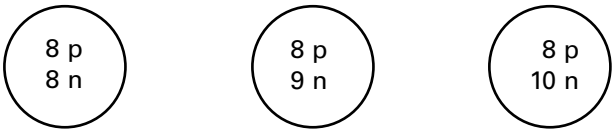


Fig. 3.1 Representación de núcleos de átomos de oxígeno.

La región que rodea al núcleo se denomina **envoltura** y en ella se mueven los electrones formando una “nube” de cargas negativas.

La envoltura es aproximadamente 100 000 veces mayor que el núcleo.
Todos los átomos de oxígeno tienen 8 protones en su núcleo y 8 electrones en su envoltura, es decir, en ellos hay igual cantidad de cargas positivas y negativas.
El número de protones o de cargas positivas en el núcleo de un átomo es igual al número de electrones o de cargas negativas en su envoltura, por lo que el átomo es **eléctricamente neutro**.

La distribución de los electrones alrededor del núcleo está determinada, principalmente, por su energía. Los electrones de menor energía se hallan más cerca del núcleo y los de mayor energía más lejos de este.
Los electrones se encuentran formando distintos niveles de energía en la envoltura del átomo.
En los átomos de oxígeno los electrones se distribuyen en dos niveles de energía. En el primero, el más cercano al núcleo y el de menor energía, se encuentran dos electrones, y en el segundo nivel, el más alejado del núcleo y el de mayor energía, los restantes seis electrones (figura 3.2).

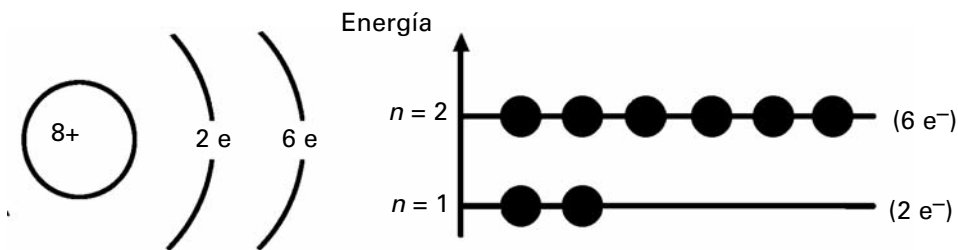


Fig. 3.2 Dos formas de representar la distribución electrónica del átomo de oxígeno.

A cada uno de estos niveles se les designa con la letra n . Los valores que n puede tomar son del 1 al 7. Le corresponde 1 al nivel de energía más próximo al núcleo; 2 al nivel inmediato, 3 al siguiente y así sucesivamente.

Otra cuestión importante es que en cada nivel solo puede haber hasta un número determinado de electrones. Por ejemplo, en el nivel $n = 1$ pueden estar hasta 2 electrones y en el nivel $n = 2$ hasta 8 electrones.

En los átomos de carbono, que tienen seis protones en el núcleo y, por tanto, igual cantidad de electrones en la envoltura, estos se distribuyen también en dos niveles de energía, dos en el primero, al igual que en los átomos de oxígeno, pero cuatro en el segundo.

Algo similar sucede en los átomos de nitrógeno, con siete protones en su núcleo, pues dos electrones se ubican en el primer nivel de energía y cinco en el segundo.

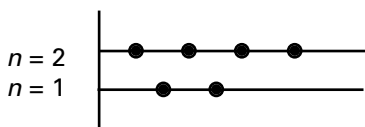
En los átomos de sodio, que poseen 11 protones en el núcleo, entonces dos electrones se sitúan en el primer nivel, ocho en el segundo y el último en el tercero.

Mientras tanto, en el hidrógeno, con un solo protón, su único electrón se halla en el primer nivel.

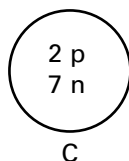
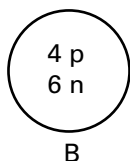
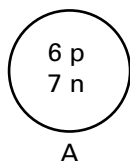
Como se puede apreciar, en los distintos átomos las partículas que lo constituyen difieren en su número y distribución.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Dada la siguiente distribución electrónica:



- a) ¿Cuál será el núcleo correspondiente al átomo cuya distribución electrónica está representada?



2. Investiga de qué orden pueden ser las dimensiones de un átomo y de una célula. Compárelas empleando el signo de mayor que ($>$).

- a) ¿Qué relación puedes establecer entre ellos en cuanto a composición?

3.4 El oxígeno como elemento químico.

Elementos químicos

Si se compara la composición de los núcleos de los átomos mencionados anteriormente representados en la figura 3.1 se comprobará que la característica fundamental que diferencia a los átomos de oxígeno de los restantes, es el número de protones que hay en su núcleo.

Al número de protones que hay en el núcleo de un átomo se le llama número atómico y se representa por la letra Z.

De esta forma, el número atómico del oxígeno es 8, que se representa por $Z = 8$, el del carbono $Z = 6$, el del nitrógeno $Z = 7$, el del sodio $Z = 11$ y el del hidrógeno $Z = 1$.

Al conjunto de átomos de igual número atómico se le denomina elemento químico.

Luego, el oxígeno, el carbono, el nitrógeno, el sodio y el hidrógeno son elementos químicos. Hasta hoy se conocen 118 elementos químicos. De estos, 92 se encuentran en la naturaleza y el resto se han obtenido artificialmente, en laboratorios de varios países.

La cantidad de protones en el núcleo determina la carga nuclear. Por eso, *los átomos de un mismo elemento químico tienen la misma carga nuclear y, por tanto, el mismo número atómico.*

Así, la carga nuclear del oxígeno es $8+$, la del carbono $6+$, la del nitrógeno $7+$, la del sodio $11+$ y la del hidrógeno $1+$. El signo $+$ indica la carga que hay en el núcleo de cada átomo.

Como el átomo es eléctricamente neutro, el número de electrones en la envoltura coincide con el número atómico y con la carga nuclear (en valor absoluto).

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. ¿Qué importancia tiene el número atómico? Demuéstralo con un ejemplo.
2. ¿Por qué el átomo en su estado normal es eléctricamente neutro? ¿Qué importancia tiene esto para la vida?

3.5 Símbolo químico del oxígeno. Símbolos químicos

Se ha adoptado un convenio internacional para representar los elementos químicos por sus símbolos¹⁷ y así lograr un entendimiento a nivel mundial, cualquiera sea el idioma. Por ejemplo:

Tabla 3.3 **Símbolo químico del oxígeno en distintos idiomas**

Idioma	Nombre del oxígeno	Símbolo químico
español	Oxígeno	O
alemán	Sauerstoff	O
inglés	Oxygen	O
ruso	Kuclopog	O
checo	Kyslik	O
polaco	Tien	O
holandés	Zuurstof	O

¹⁷ La Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC, siglas en inglés) es la organización que se ocupa de estos asuntos.

Los símbolos químicos son una representación escrita y abreviada de los elementos químicos y de un átomo de este.

Los símbolos químicos se forman con una o dos letras.¹⁸ La primera es mayúscula y la segunda, si la tiene, es siempre minúscula. Ejemplos de los que tienen una sola letra son:

Carbono	C
Nitrógeno	N
Hidrógeno	H
Flúor	F

Cuando el nombre de dos o más elementos químicos comienza con la misma letra, se utiliza una segunda letra que puede ser la siguiente o alguna de las otras que forman el nombre, como se puede observar a continuación:

Calcio	Ca
Cloro	Cl
Cromo	Cr
Cadmio	Cd

Las letras utilizadas para los símbolos químicos no siempre coinciden con las letras del nombre en español. Por ejemplo:

Nombre en español	Símbolo químico	Nombre de procedencia	Idioma
azufre	S	sulphur	latín
sodio	Na	natrium	latín
fósforo	P	phosphoros	griego
plata	Ag	argentum	latín
mercurio	Hg	hydrargyros	griego
hierro	Fe	ferrum	latín

Todos los elementos químicos conocidos hasta hoy se encuentran en una tabla, la cual recibe el nombre de *Tabla periódica de los elementos químicos*. La que hoy se emplea en Cuba y otros países es una de las variantes de la tabla periódica construida por el científico ruso Dimitri Ivanovich Mendeleiev (1834-1907), publicada en 1869 con los 64 elementos químicos conocidos hasta esa fecha.

*En la tabla periódica los símbolos de los elementos químicos se han colocado en orden creciente de sus números atómicos, formando 7 hileras o filas llamadas períodos y 18 columnas que se denominan grupos.*¹⁹

¹⁸ La IUPAC ha acordado que para los símbolos de los elementos químicos a partir de Z = 112 se utilicen tres letras que se toman de su nombre provisional. Por ejemplo:

Z = 112	nombre: Ununbio	símbolo: Uub
Z = 113	nombre: Ununtrio	símbolo: Uut

El sistema que se utiliza para nombrarlos es el de los prefijos latinos. Por ejemplo: un = 1, bi = 2.

¹⁹ En la tabla periódica de Mendeleiev los elementos químicos están dispuestos en 7 filas y 8 columnas.

Por tanto, cada elemento químico ocupa un lugar determinado en la tabla periódica.

Los períodos se identifican con números arábigos del 1 al 7 y los grupos con números romanos del I al VIII, unas veces seguidos de la letra A y otras de la letra B.

La tabla periódica ofrece el nombre y el símbolo químico de cada elemento, su número atómico y su masa atómica relativa, que es una propiedad de los elementos químicos.

La masa atómica relativa es la masa promedio de los átomos del elemento comparada con una unidad de masa atómica seleccionada, por lo que indica cuántas veces es mayor la masa de un elemento químico que la masa de la unidad de masa atómica.²⁰

La masa atómica relativa se representa así: $A_r(X)$, donde X significa el símbolo químico del elemento en cuestión. Por ejemplo, $A_r(O) = 15,999\ 4$ es la masa atómica relativa del elemento oxígeno, que es igual a 16 al aproximarla por exceso.

De la tabla periódica se pueden inferir varios datos. Si se conoce el número atómico de un elemento químico, se puede concluir cuántos protones y electrones tienen sus átomos en el núcleo y la envoltura, respectivamente, cuál es su carga nuclear, cuál es su ubicación, es decir, en qué grupo y período se encuentra, y en cuántos niveles de energía se distribuyen sus electrones, porque estos coinciden con el período.

De la misma manera, si se conoce cualquiera de estas características (número de protones, número de electrones, carga nuclear, grupo y período), se pueden inferir las restantes, incluso el número atómico del elemento.

Además, estos datos también permiten determinar si el elemento químico en cuestión es un elemento metálico o un elemento no metálico. Los elementos metálicos están representados por sus símbolos a la izquierda de la línea diagonal quebrada de color negro de la tabla periódica y los elementos no metálicos, a la derecha de esta. A estos últimos pertenece el hidrógeno.

TAREAS DE APRENDIZAJE

- 1) ¿Que información se puede obtener de la Tabla periódica de los elementos químicos?
- 2) Escribe el nombre y el símbolo químico del elemento químico que tiene el menor y el mayor número de electrones en su nube electrónica.
- 3) Observa la Tabla periódica de los elementos químicos y responde:
 - a) ¿Cuál es el símbolo químico de los elementos: plata, carbono, azufre, magnesio, hidrógeno?
 - b) Localiza en la tabla periódica los elementos químicos cuyos símbolos son: O, Si, Cl, P, Na. Escribe su nombre, número atómico y carga nuclear. ¿En qué grupo y período se encuentran?

²⁰ En 1961 se adoptó como unidad de masa atómica la doceava parte del isótopo más ligero y abundante del carbono que es igual a $1,660\ 57 \cdot 10^{-27}$ kg.

3.6 El dióxígeno y el trioxígeno como sustancias moleculares. Sustancias moleculares. Fórmulas químicas

El dióxígeno y el trioxígeno están formados por moléculas y estas por átomos de oxígeno que se encuentran unidos entre sí.

Las sustancias formadas por moléculas se denominan sustancias moleculares.

Además del dióxígeno y el trioxígeno, también son sustancias moleculares el dihidrógeno, el dinitrógeno, el agua, el monóxido de carbono, el dióxido de carbono, el etanol, el octazufre y el amoniaco, entre muchas más.

Todas las sustancias pueden representarse mediante sus fórmulas químicas.

La fórmula química es una representación escrita, abreviada y convencional de la composición cualitativa y cuantitativa de una sustancia.

Según esta definición, la fórmula química ofrece una información cualitativa y cuantitativa de la composición de la sustancia.

La composición cualitativa de las sustancias moleculares en una fórmula química se representa con los símbolos de los elementos químicos de los átomos que la forman.

La composición cuantitativa de las sustancias moleculares en una fórmula química se representa con un número, que se coloca en la parte inferior derecha del símbolo del elemento químico. Este pequeño número se denomina subíndice.

El subíndice indica el número de átomos que hay de un elemento químico en una molécula de determinada sustancia.

No obstante, si en la composición de una sustancia molecular solo hay un átomo de cada elemento o de uno de ellos, el subíndice 1 no se escribe, porque el símbolo químico, tal y como se definió, representa un átomo del elemento químico.

Tabla 3.4 **Ejemplos de fórmulas químicas y la composición de las sustancias que representan**

Nombre de la sustancia	Fórmula química	Composición de la sustancia
dioxígeno	O ₂	Moléculas formadas por dos átomos de oxígeno.
trioxígeno	O ₃	Moléculas formadas por tres átomos de oxígeno.
dióxido de carbono	CO ₂	Moléculas formadas por un átomo de carbono y dos átomos de oxígeno.
agua	H ₂ O	Moléculas formadas por dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno.
amoniaco	NH ₃	Moléculas formadas por un átomo de nitrógeno y tres átomos de hidrógeno.

Desde el punto de vista de su composición, las sustancias moleculares antes citadas son muy sencillas, pero existen otras como las proteínas y los polímeros constituidas por moléculas muy grandes y complejas, pues están formadas por centenares e incluso miles de átomos de varios elementos químicos.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. ¿Qué importancia tiene la representación de fórmulas químicas de las sustancias?
2. Los átomos de los elementos del grupo VI A de la tabla periódica forman sustancias en cuyas moléculas existen diferentes números de átomos.
 - a) Localiza este grupo en la tabla periódica y escribe los símbolos de los tres primeros elementos químicos que lo forman, el período en que se encuentran, su número atómico y su carga nuclear.
 - b) ¿Cuál tiene mayor masa atómica relativa?
 - c) Escribe las fórmulas químicas de las sustancias formadas por estos elementos.
 - d) ¿Qué información cualitativa y cuantitativa brinda cada una de ellas?

3.7 El enlace en las moléculas de dioxígeno y trioxígeno. Enlace covalente. Enlace covalente apolar

Los átomos que constituyen las moléculas están unidos entre sí en todas las sustancias moleculares, tal y como ocurre con los átomos de oxígeno en las moléculas diatómicas del dioxígeno y triatómicas del ozono.

Las uniones entre los átomos que forman las moléculas son enlaces químicos.

En las sustancias moleculares ocurren dos tipos de interacciones: una, entre las moléculas, y otra, entre los átomos que componen cada molécula, es decir, entre los átomos que están unidos mediante un enlace químico.

Las interacciones entre las moléculas son muy débiles, mucho más que entre los átomos que forman cada molécula. Por esta razón, cuando las sustancias moleculares cambian de estado de agregación se rompen las débiles fuerzas de atracción entre las moléculas.

Las sustancias moleculares tienen bajas temperaturas de fusión y de ebullición porque al cambiar el estado de agregación se rompen las relativamente débiles fuerzas de atracción intermoleculares y no los enlaces químicos.

En dependencia de las fortalezas de estas débiles interacciones unas sustancias son sólidas (las que pueden tener una disposición espacial de las partículas organizada y uniforme, formando redes cristalinas), otras líquidas y las demás gaseosas. De ahí que, a temperatura ambiente las sustancias moleculares se encuentran en estado gaseoso (dioxígeno, ozono, dinitrógeno, dihidrógeno, difluor, dicloro), líquido (agua, etanol, dibromo) o sólido de fácil fusión (octazufre, tetrafósforo, diyodo).

Lo antes expuesto evidencia que las propiedades físicas de las sustancias dependen de su estructura, en este caso referido a la composición de las sus-

tancias moleculares. Un claro ejemplo es el del dioxígeno (O_2) y el trioxígeno (O_3), donde un solo átomo de oxígeno de diferencia entre las moléculas de cada sustancia es la causa de sus distintas propiedades.

El enlace químico antes descrito tiene determinadas características. En primer lugar, los electrones de los dos átomos que participan en el enlace se sitúan en una zona entre ambos núcleos, por lo que son compartidos por esos dos átomos o pertenecen a estos.

El enlace químico que se caracteriza por el compartimiento de electrones entre dos átomos se denomina enlace covalente.

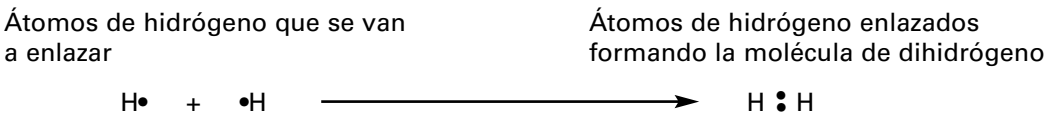
Esto es lo que ocurre entre los átomos de oxígeno en las moléculas de dioxígeno y del ozono, entre los átomos de hidrógeno en la molécula de dihidrógeno, entre los átomos de carbono y oxígeno en las moléculas de monóxido de carbono y dióxido de carbono, así como entre los átomos de hidrógeno y oxígeno en la molécula de agua, entre otros muchos casos.

La segunda característica importante en estos enlaces químicos está relacionada con la atracción que ejercen los dos núcleos (cargados positivamente) sobre los electrones (con cargas negativas) que intervienen en el enlace.

El enlace covalente que se caracteriza por estar los electrones del enlace atraídos con igual fuerza por los núcleos de los dos átomos se llama enlace covalente apolar.²¹

Este tipo de enlace ocurre entre átomos del mismo elemento químico. Las sustancias dioxígeno y ozono, presentan enlace covalente apolar, al igual que el dihidrógeno, entre otros.

El enlace covalente se puede representar de forma simplificada mediante puntos o guiones entre los símbolos químicos de los elementos. Por ejemplo, en el caso más sencillo está la formación del enlace de la molécula de dihidrógeno.



Este enlace puede ser representado también de la siguiente forma: $H - H$.

En la tabla 3.5 se representan los enlaces covalentes entre los átomos que forman algunas moléculas.

Tabla 3.5 **Representación de los enlaces entre los átomos de sustancias moleculares**

Nombre de la sustancia	Fórmula química	Representación del enlace
dioxígeno	O_2	$O = O$
dinitrógeno	N_2	$N \equiv N$
dihidrógeno	H_2	$H - H$
agua	H_2O	$O \begin{matrix} \nearrow H \\ \searrow H \end{matrix}$
dióxido de carbono	CO_2	$O = C = O$

²¹ Que no existen polos, ni negativo ni positivo.

En todos los casos cada guión representa dos electrones compartidos entre los núcleos de ambos átomos. Por lo tanto, según la representación, se comparten un par de electrones en el dihidrógeno, y dos pares de estos en el dióxígeno.

Se debe destacar que también resulta muy útil la representación de modelos de moléculas, como se puede observar en la figura 2.6 de la página 42 del libro de texto de *Química* de consulta para este curso.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Las sustancias moleculares tienen relativamente bajas temperaturas de fusión y ebullición. Argumenta.
2. Observa la tabla 3.5 y di:
 - a) ¿Qué otra sustancia nombrada en la tabla presenta enlace covalente apolar?
 - b) Argumenta.
3. Confecciona una gráfica con escala para representar las temperaturas de fusión y ebullición de las sustancias representadas en la tabla 3.5, di en qué estado de agregación se pueden encontrar a $-185\text{ }^{\circ}\text{C}$ y a $5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

3.8 El dióxígeno y el trioxígeno como sustancias simples. Sustancias simples y sustancias compuestas

Las sustancias se pueden clasificar teniendo en cuenta distintos criterios.

De acuerdo con su composición las sustancias se clasifican en sustancias simples y sustancias compuestas.

¿En qué se diferencian unas de otras?

Las sustancias formadas por un solo elemento químico se denominan sustancias simples.

Tales son los casos del dióxígeno (O_2), el trioxígeno (O_3), el tetrafósforo (P_4), el octazufre (S_8) y todos los metales, que constituyen la mayoría de las sustancias simples.

Las sustancias formadas por más de un elemento químico se denominan sustancias compuestas.

Entre estas se encuentran el agua (H_2O), el dióxido de carbono (CO_2) y el amoníaco (NH_3).

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Clasifica en simples o compuestas las sustancias representadas: Cl_2 , CO , $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_6$ y H_2O . ¿Cuál es el criterio de clasificación que utilizaste?

2. ¿Qué información cualitativa y cuantitativa de la composición de las sustancias se obtiene de las fórmulas siguientes: CO_2 , C, N_2 .
 - a) ¿Cuáles son los elementos químicos que componen estas sustancias?
 - b) Consulta la tabla periódica y refiérete a toda la información que se puede ofrecer de cada uno de ellos.
3. Escribe la fórmula química de la sustancia sacarosa que se extrae de la caña de azúcar, si en cada una de sus moléculas hay doce átomos del elemento carbono, veintidós átomos del elemento hidrógeno y once átomos del elemento oxígeno, ¿qué importancia tiene esta sustancia para nuestro país?

3.9 El dioxígeno y el trioxígeno como no metales. Metales y no metales. Sustancias atómicas. Enlace metálico

¿En cuáles dos grandes grupos y según qué criterio se clasifican las sustancias simples?

Atendiendo a su composición y propiedades las sustancias simples se clasifican en *metales* y *no metales*.

Ejemplos de no metales son el dioxígeno, el ozono, el dihidrógeno y el octazufre, porque están constituidos por elementos no metálicos.

Algunos metales conocidos son el hierro, el cobre, el aluminio y la plata. Estos se hayan formados por elementos metálicos.

Los no metales y los metales se diferencian no solo por su composición, sino también por sus propiedades. Incluso dentro de cada uno de estos dos grupos existen semejanzas y diferencias, como consecuencia de que cada sustancia tiene una estructura determinada y esta es la causa de que posea distintas propiedades a las demás.

Así, los metales tienen un conjunto de propiedades físicas comunes como son el brillo metálico, la buena conductividad térmica y eléctrica, la ductilidad, la maleabilidad y que a temperatura ambiente ($25\text{ }^{\circ}\text{C}$) son sólidos, excepto el mercurio que es líquido.

Todos los metales están formados por átomos²². Las sustancias formadas por átomos se denominan sustancias atómicas. Los metales son sustancias atómicas.

En los metales los átomos se encuentran unidos entre sí formando redes cristalinas²³ de diferentes tamaños, donde los átomos se encuentran con un ordenamiento espacial.

El enlace químico en el cual están unidos entre sí los átomos en las redes cristalinas de los metales se denomina enlace metálico.

Por tanto, todos los metales tienen este tipo de enlace.

²² Es decir, las partículas en su red cristalina son átomos, no forman moléculas.

²³ En el estado sólido las sustancias pueden formar redes cristalinas con organización y uniformidad en la disposición espacial de las partículas constituyentes, a diferencia de algunos sólidos que presentan desorganización en la disposición espacial de las partículas constituyentes y se les denomina amorfos (sin forma).

Las principales características del enlace metálico son que los electrones más externos de cada átomo son atraídos simultáneamente por varios núcleos y que estos electrones se mueven con cierta libertad en la red cristalina.

La causa principal de que los metales conduzcan la corriente eléctrica y sean buenos conductores del calor se debe a que poseen partículas cargadas eléctricamente (los electrones) con determinada libertad de movimiento.

La fortaleza del enlace metálico varía notablemente de un metal a otro. Por esa razón, como el cambio de estado de agregación de un metal implica la ruptura del enlace entre sus átomos, las temperaturas de fusión son también muy variadas. Por ejemplo: sodio 97,5 °C; hierro 1 535 °C.

Los no metales, a diferencia de los metales, tienen pocas propiedades comunes. Así, a temperatura ambiente (25 °C) unos son gases, como el dióxígeno (O₂), el ozono (O₃), el dinitrógeno (N₂), uno líquido, el dibromo (Br₂), y otros sólidos, como el octazufre (S₈), el tetrafósforo (P₄), el carbono (C) y el silicio (Si). Por lo general estas sustancias no conducen la corriente eléctrica y conducen el calor en menor grado que los metales.

Los no metales pueden ser sustancias moleculares, cuyos ejemplos ya han sido mencionados, y sustancias atómicas, como el silicio y el diamante.

En resumen, todos los metales son sustancias simples atómicas y la mayoría de los no metales son sustancias simples moleculares (se exceptúa el silicio, el boro y el carbono).

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. En el libro de texto *Química Parte 1 Secundaria Básica*, de octavo grado, observa las figuras 2.7 a (página 45) y 2.10 c (página 51), correspondientes a las redes cristalinas que forman el yodo y el magnesio, respectivamente.
 - a) ¿Qué tipo de partículas están presentes en cada caso?
 - b) ¿Qué tipo de interacciones existen en cada red cristalina?
2. Argumenta a qué se deben las relativamente altas temperaturas de fusión y de ebullición en los metales.
 - a) Menciona al menos tres propiedades generales de los metales, relacionándolas con las aplicaciones que poseen estas sustancias.
 - b) ¿Por qué los no metales no pueden presentar estas propiedades?
3. África es un continente rico en minerales, entre los más importantes está el oro, sin embargo su población es muy pobre.
 - a) Investiga si en este caso se está haciendo referencia al elemento químico o a la sustancia química?
 - b) Argumenta con dos razones la afirmación inicial.
 - c) ¿Cuál es el tipo de enlace de esta sustancia natural de la corteza terrestre?
4. Investiga si el acero es una sustancia simple o una mezcla.
5. Argumenta qué consideración tiene que hacer el hombre al construir las vías de los trenes con raíles de acero al considerar las ideas básicas de la estructura de las sustancias estudiadas.

3.10 Nomenclatura y notación química de las sustancias simples

La nomenclatura y la notación química de las sustancias se refieren al conjunto sistemático de reglas que permiten nombrarlas y escribir sus fórmulas químicas, respectivamente.

Los metales se nombran igual que los elementos químicos que los constituyen y sus fórmulas químicas coinciden con el símbolo químico del elemento en cuestión.

Por ejemplo:

Tabla 3.5 **Nomenclatura y notación química de los metales**

Nombre del elemento metálico	Símbolo químico del elemento metálico	Nombre del metal (sustancia simple)	Fórmula química del metal
potasio	K	potasio	K
calcio	Ca	calcio	Ca
aluminio	Al	aluminio	Al
hierro	Fe	hierro	Fe

¿Qué información cualitativa y cuantitativa de la composición de los metales ofrecen sus fórmulas químicas?

Si se tiene en cuenta que los metales son sustancias atómicas, entonces se puede afirmar que *la fórmula química de un metal representa a un átomo de este*.

Por tanto, las fórmulas químicas de los metales que aparecen en la tabla anterior representan, en cada caso, un átomo de potasio, un átomo de calcio, un átomo de aluminio y un átomo de hierro.

Los no metales que son sustancias moleculares se nombran indicando el número de átomos en la molécula, para lo cual se utilizan prefijos griegos: di (dos), tri (tres), tetra (cuatro), octa (ocho).

Las fórmulas químicas de estas mismas sustancias se escriben empleando el símbolo del elemento químico correspondiente y un subíndice que indica el número de átomos de ese elemento que hay en la molécula. Los ejemplos siguientes ilustran lo expresado:

Tabla 3.6 **Nomenclatura y notación química de no metales**

Nombre del elemento no metálico	Símbolo químico del elemento no metálico	Nombre del no metal (sustancia simple)	Fórmula química del no metal
oxígeno	O	dioxígeno	O ₂
oxígeno	O	trioxígeno	O ₃
fósforo	P	tetrafósforo	P ₄
azufre	S	octazufre	S ₈

¿Qué información cualitativa y cuantitativa de la composición de los no metales ofrecen sus fórmulas químicas?

La fórmula química de un no metal que es una sustancia molecular representa a las moléculas y la cantidad de átomos que la forman.

Tabla 3.7 Información cualitativa y cuantitativa de la composición de no metales

Nombre	Fórmula química	Composición
dioxígeno	O ₂	Moléculas formadas por dos átomos de oxígeno.
trioxígeno	O ₃	Moléculas formadas por tres átomos de oxígeno.
tetrafósforo	P ₄	Moléculas formadas por cuatro átomos de fósforo.
octazufre	S ₈	Moléculas formadas por ocho átomos de azufre.

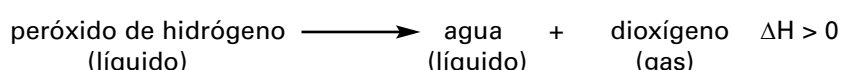
Existen otros no metales cuya nomenclatura y notación química es la misma que la de los metales. Entre estos se encuentran el carbono, el boro y el silicio.

TAREAS DE APRENDIZAJE

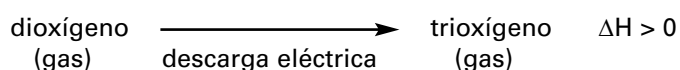
- Reflexiona acerca de las diferencias y semejanzas entre la nomenclatura y notación química de los símbolos químicos y de las sustancias simples.
- Representa la fórmula química de las sustancias simples siguientes y clasifícalas en metal o no metal: carbono, octazufre, oro, diyodo, magnesio, tetrafósforo y plata.
 - Compara la fórmula de la sustancia simple con el símbolo del elemento químico correspondiente en cada caso y menciona dos propiedades de las sustancias químicas anteriores.
- Di el nombre de las siguientes sustancias simples: Cu, Si, Au, Br₂, Fe, Cl₂.
 - ¿Qué información cualitativa y cuantitativa sobre su composición brinda cada una de estas fórmulas químicas?
- El cinc, el aluminio y el tungsteno son metales dúctiles, maleables y duros. Sin embargo, el mercurio es un metal líquido y el plomo, blando, muy tóxicos ambos.
 - Representa las fórmulas químicas de cada sustancia y confecciona una tabla con los valores de temperatura de fusión y densidad de estas.
 - Argumenta teniendo en cuenta las propiedades de estos metales, cuál se puede utilizar en la fabricación de utensilios domésticos; en la fabricación de barcos y aviones; en soldaduras; como filamento de lámparas eléctricas de incandescencia; en las imprentas y para grabar inscripciones; y como filamento de termómetros.
 - ¿Por qué no se deben construir tuberías de plomo para el acueducto? Investiga casos en los que han ocurrido catástrofes masivas por afectaciones a la salud por contaminación a partir de metales tóxicos o algunas de las sustancias que forma el elemento químico metálico correspondiente.

3.11 Obtención y propiedades químicas del dioxígeno y el trioxígeno

En el laboratorio, el dioxígeno se obtiene generalmente a partir de sustancias compuestas que en determinadas condiciones se descomponen desprendiendo este gas. Una de dichas sustancias es el peróxido de hidrógeno. La reacción de obtención de esta sustancia es endotérmica y puede representarse por el siguiente esquema con palabras:



Por su parte, el trioxígeno se puede obtener en el laboratorio mediante el empleo de un aparato llamado ozonador, el cual consta de un tubo de vidrio, con un alambre de metal enrollado por fuera. Además, dentro del tubo, a lo largo de su eje, pasa un segundo alambre de metal. Cuando por el tubo se hace pasar el dioxígeno, se provoca una descarga eléctrica. El gas que sale del tubo es ozono, que puede ser reconocido por su olor característico. La representación esquemática de esta reacción, también endotérmica, es:

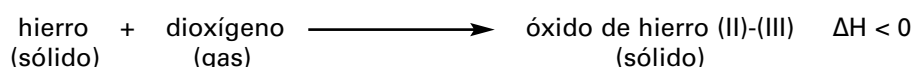


De esta misma manera se obtiene el ozono en la naturaleza: una descarga eléctrica donde haya dioxígeno en tiempos de tormenta produce mucho trioxígeno, cuyo olor "a tierra mojada" se reconoce en esas circunstancias.

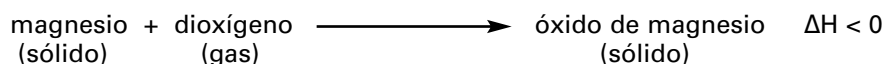
En cuanto a las propiedades químicas del dioxígeno se puede decir que este reacciona directamente con casi todas²⁴ las sustancias simples (metales y no metales) y con muchas sustancias compuestas.

Reacción del dioxígeno con los metales

Si se coloca una porción de lana de acero²⁵ en el extremo de una cucharilla de combustión y se calienta a la llama, al introducirla rápidamente en un frasco con dioxígeno, el hierro arderá con un brillante chisporroteo. En esta reacción se obtiene una masa sólida de color negruzco formada por óxido de hierro (II)-(III).



El magnesio reacciona con el dioxígeno formando una sustancia sólida de color blanco denominada óxido de magnesio con gran desprendimiento de luz y energía calorífica.



²⁴ Excepto con las sustancias simples de los elementos del grupo VIII A, llamadas gases inertes, y con las formadas por los elementos del grupo VII A de la tabla periódica, conocidas por halógenos.

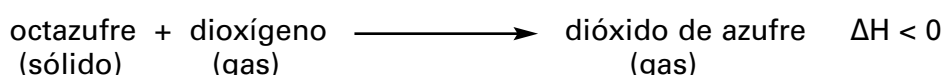
²⁵ El acero es una aleación de hierro y carbono.

Muchos metales reaccionan con el dióxígeno formando un óxido metálico. De forma general esta reacción química se puede representar así:

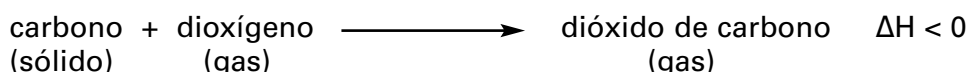


Reacción del dióxígeno con los no metales

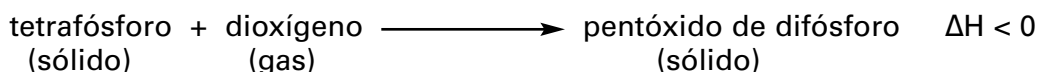
En una cucharilla de combustión se calienta a la llama una pequeña cantidad de octazufre en polvo hasta que comience a arder y después se introduce en un frasco que contenga dióxígeno. El octazufre continuará ardiendo, pero con una llama mucho más intensa de color azul. En esta reacción se obtiene un gas incoloro de olor sofocante denominado dióxido de azufre.



Un pedazo de carbono en una cucharilla de combustión se calienta a la llama hasta su temperatura de ignición. Al introducirlo en un frasco con dióxígeno, arderá intensamente formándose dióxido de carbono.



Si una pequeña porción de fósforo rojo se calienta hasta su temperatura de ignición en una cucharilla de combustión y se introduce en un frasco con dióxígeno, arderá con una llama brillante y se formará un humo denso y blanco conocido como pentóxido de difósforo.

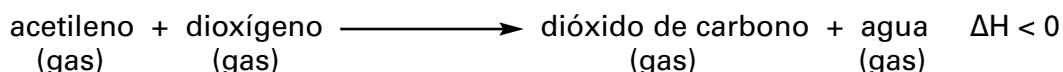
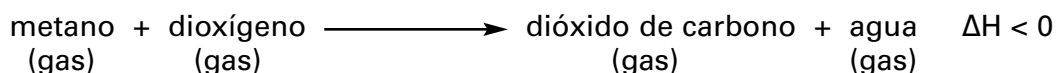


Los no metales reaccionan con el dióxígeno formando un óxido no metálico. De forma general esta reacción se puede representar así:



Reacción del dióxígeno con sustancias compuestas

El dióxígeno reacciona con muchas sustancias compuestas, como los hidrocarburos, que son sustancias moleculares formadas por átomos de carbono e hidrógeno. Entre estas se encuentran el metano (CH_4), principal componente del gas natural, el acetileno (C_2H_2), gas utilizado en los sopletes para cortar y soldar metales, así como la gasolina, que es un líquido formado por hidrocarburos, entre ellos el heptano (C_7H_{16}). En estas reacciones se desprende gran cantidad de energía mediante calor y se obtiene dióxido de carbono y agua.

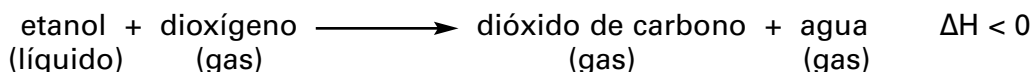
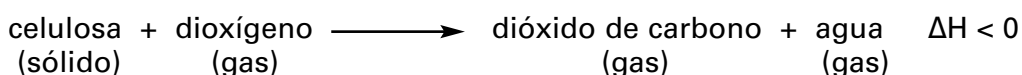


Los hidrocarburos reaccionan con el dioxígeno formando dióxido de carbono y agua con gran desprendimiento de energía mediante calor:

Estas reacciones se pueden representar así:



Algunas sustancias compuestas formadas por carbono, hidrógeno y oxígeno, tales como la celulosa ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$), principal componente del papel y la madera, y el etanol ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$), también reaccionan con el dioxígeno a altas temperaturas produciendo dióxido de carbono y agua y desprendiéndose energía mediante calor:



Combustión

Algunas de las reacciones químicas en las que interviene el dioxígeno se denominan combustión.

Las reacciones de combustión son reacciones químicas en las que se desprenden energía mediante luz y calor.

En las denominadas *combustiones ordinarias*, una de las sustancias reaccionantes es el dioxígeno. Las sustancias que como el dioxígeno permiten la combustión en su seno reciben el nombre de *comburentes* y las sustancias que se queman en el comburente se llaman *combustibles*.

Los combustibles de mayor importancia son el carbón, el petróleo (mezcla de hidrocarburos), los derivados de este (gasolina, queroseno y gas licuado de balón), la madera y el etanol.

Durante la combustión de estas sustancias con suficiente cantidad de dioxígeno se obtiene dióxido de carbono y agua (*combustión completa*), pero con escasez de dioxígeno se forman estas mismas sustancias, monóxido de carbono (CO), que es un gas venenoso, y carbono libre u hollín que origina un humo negro. En este último caso se dice que ocurrió una *combustión incompleta*.

Con respecto a las propiedades químicas del trioxígeno es necesario apuntar que este puede participar en numerosas reacciones químicas de gran importancia, solo que para ello sería necesario que existieran potentes ozonadores industriales, que produjeran millones de toneladas de ozono, tarea a la que se dedican muchos científicos, ingenieros, etc., en el mundo.

Por ejemplo, en la industria petrolera el ozono sería muy útil para eliminar el azufre de los petróleos sulfurados, como el de Cuba, pues esa sustancia en poco tiempo destruye las calderas de las centrales eléctricas, entre otros aparatos e instalaciones muy costosas. Y con ese azufre recogido se podría hasta triplicar la producción de ácido sulfúrico, muy empleado.

Asimismo, el agua potable podría ser tratada con ozono para destruir todas las bacterias patógenas y su sabor sería mucho más agradable que cuando esa misma agua es tratada con una sustancia clorada, como se hace hasta nuestros días.

Con el ozono también se pueden renovar neumáticos viejos, blanquear telas, celulosas y fibras, mejorar la calidad de vida de las personas en el tratamiento de varias enfermedades, etcétera.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Haz un cuadro resumen en el que relaciones las sustancias reaccionantes y las sustancias productos en las reacciones químicas del dioxígeno con los hidrocarburos y con los metales y no metales respectivamente.
 - a) ¿Cuáles son las condiciones necesarias para que se produzca la reacción química y no ocurra solamente una mezcla?
2. El gas utilizado en las cocinas de gas de balón es una mezcla de propano, C_3H_8 , y butano, C_4H_{10} . Representa el esquema con palabras de la reacción de combustión que ocurre con baja concentración de dioxígeno.
 - a) ¿Qué efecto tendrá la llama de esta combustión sobre el fondo de los recipientes?
3. Localiza en la tabla periódica los elementos químicos que forman a las sustancias: agua y dióxido de carbono.
 - a) ¿Cuál es el número atómico y la carga nuclear de cada uno? Argumenta.
 - b) Representa la fórmula química de las sustancias simples correspondientes y di qué tipo de enlace químico poseen.
 - c) Menciona algunas de las propiedades de estas sustancias simples fundamentándolas con su estructura.
 - d) Representa mediante esquema con palabras la reacción química que ocurre para formar la sustancia compuesta agua.
 - e) Investiga por qué si las sustancias simples anteriores se encuentran en el aire, constantemente no se produce agua en la atmósfera por esta vía. ¿Cuáles son las condiciones para que ocurra esta reacción?
 - f) Realiza un esquema o dibujo donde representes el ciclo hidrológico del agua en la naturaleza.

3.12 Ley de conservación de la masa

Cuando se calienta cobre en un tubo de ensayos cerrado, al cabo de un tiempo se puede observar que este metal se cubre de una capa de color negro. El cobre ha reaccionado con el dioxígeno del aire contenido en el tubo de ensayos formándose una nueva sustancia, el óxido de cobre (II).

Al determinar la masa del tubo de ensayos y de las sustancias contenidas en él, antes y después de la reacción, se comprueba que es la misma, es decir, la masa no ha variado.

Los resultados de múltiples experimentos semejantes a este, llevados a cabo con distintas sustancias, han permitido enunciar la *Ley de conservación de la masa* como sigue:

En una reacción química la suma de las masas de todas las sustancias que reaccionan es igual a la suma de las masas de todas las sustancias que se producen.

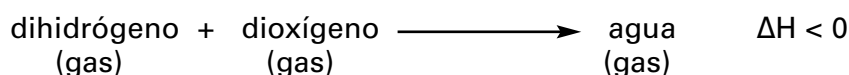
Al establecimiento de la Ley de conservación de la masa contribuyeron varios científicos, entre los que se destacaron el ruso M. V. Lomonosov (1711-1765) y el francés A. L. Lavoisier (1743-1794).

El hecho de que la masa no varía en las reacciones químicas se debe a que el número de átomos de cada elemento químico y sus correspondientes masas son iguales antes y después de la reacción.

La aplicación de esta ley es indispensable para realizar cálculos de la masa de una sustancia que reacciona o se produce en una reacción química.

Por ejemplo, si se hacen reaccionar 2 g de dihidrógeno con dioxígeno se obtienen 18 g de agua y se desprende energía en forma de calor. ¿Cuántos gramos de dioxígeno se consumieron en esta reacción?

Para realizar los cálculos primero se representa, mediante un esquema con palabras, la reacción química descrita.



Después se escribe una ecuación matemática sencilla, teniendo en cuenta el enunciado de la ley, los datos, en este caso la masa de dihidrógeno que reacciona y la de agua que se produce, y la incógnita, que se simboliza con una equis (x):

$$2 \text{ g} + x = 18 \text{ g}$$

A continuación, se despeja la incógnita y se realiza el cálculo.

$$x = 18 \text{ g} - 2 \text{ g}$$

$$x = 16 \text{ g}$$

Por último, se comprueba el resultado y se escribe la respuesta.

$$2 \text{ g} + 16 \text{ g} = 18 \text{ g}$$

Respuesta: Se consumieron 16 g de dioxígeno al reaccionar con 2 de dihidrógeno.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. ¿Por qué en las reacciones químicas la suma de las masas de las sustancias reaccionantes es igual a la suma de las masas de las sustancias productos?
2. En el laboratorio el profesor realiza una demostración de una reacción química a partir del metal magnesio. Previamente pesó el recipiente de reacción (10 g) y colocó 2,4 g de cinta de magnesio y acercó una llama. El metal ardió con desprendimiento de luz y calor y se formó un sólido blanco. Al pesar el sistema, es decir, el recipiente con la sustancia producto de la reacción, tenía 14 g. El profesor explica que se cumple la ley de conservación de la masa y un estudiante plantea que no, pues se desprendió energía en forma de luz y calor y que debe haber un error. ¿Tiene razón el estudiante? ¿Por qué?
3. Escribe mediante esquemas con palabras las siguientes reacciones químicas que se producen a altas temperaturas entre el dioxígeno y el silicio sólido.

do, para obtener dióxido de silicio sólido con desprendimiento de energía mediante calor; y del dioxígeno con el dinitrógeno gaseoso para formar monóxido de nitrógeno gaseoso con absorción de energía mediante calor respectivamente.

- a) ¿Qué masa de monóxido de nitrógeno se obtendrá al reaccionar 28 g de dinitrógeno con 32 g de dioxígeno?
 - b) ¿Qué masa de silicio es necesario hacer reaccionar con 64 g de dioxígeno para obtener 120 g de dióxido de silicio?
4. Confecciona una ficha biográfica sobre los científicos M. V. Lomonosov (1711-1765) y A. L. Lavoisier (1743-1794).

3.13 Aplicaciones del dioxígeno y el trioxígeno

Las principales aplicaciones del dioxígeno se basan en dos propiedades: la de ser *comburente* y la de *participar en la respiración*.

El enriquecimiento del aire con el dioxígeno puro permite una combustión más intensa, con lo que se alcanzan temperaturas más altas. Esto es aprovechado en numerosos procesos industriales. Por ejemplo, durante la fundición del hierro colado, en los altos hornos, al aire se añade dioxígeno puro, lo que permite acelerar el proceso de producción.

El dioxígeno mezclado con acetileno u otros gases combustibles se utiliza para cortar y soldar metales.

La combustión de ciertas sustancias, tales como el serrín u otras sustancias porosas impregnadas con dioxígeno líquido puede provocar violentas explosiones. Estas mezclas se emplean como explosivos para la construcción de túneles, carreteras, en la minería, etcétera.

El dioxígeno que llega a los pulmones es transportado por la sangre en forma de disolución y combinado químicamente con la hemoglobina de los glóbulos rojos. Esta importantísima propiedad es aprovechada en medicina para el tratamiento de algunas enfermedades como neumonía, ciertas afecciones cardíacas, asma, etcétera, las cuales provocan que al organismo no llegue el dioxígeno en cantidad suficiente. En estos casos a los pacientes se les suministra dioxígeno.

Cuando el hombre se ve sometido a ciertas condiciones en las que no existe dioxígeno, o no se encuentre en la cantidad necesaria, o esté mezclado con sustancias tóxicas, se suministra dioxígeno por medio de caretas u otros dispositivos. Ejemplos de condiciones que requieren este suministro son: vuelos de pilotos cosmonautas a grandes alturas, viajes en submarinos, buceo y trabajo en minas. En el caso del trioxígeno, sus aplicaciones se basan fundamentalmente en la propiedad de ser *muy oxidante*.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Observa la siguiente tabla con las proporciones de sustancias del aire inspirado y espirado por el hombre cuando realiza el proceso de respiración que ha confeccionado un estudiante en una investigación realizada:

Componentes fundamentales del aire	En el aire inspirado (%)	En el aire espirado (%)
dioxígeno	21	16,2
dinitrógeno	78	78
dióxido de carbono	0,01	3,90
vapor de agua	muy bajo	se incrementa

- a) Analiza la combinación de los datos y di por qué el aire inspirado tiene diferente composición que el espirado por el hombre.
 - b) Representa químicamente el proceso que ocurre.
2. Dos estudiantes discuten acerca de la respiración aerobia de organismos acuáticos. Juan plantea que estos toman el oxígeno de la molécula de agua y Pedro dice que estos respiran dioxígeno, pero que no sabe de dónde lo obtienen.
- a) Valora los planteamientos de estos estudiantes y di si sería conveniente utilizar agua previamente hervida para llenar una pecera si se conoce que la solubilidad de los gases disminuye con el aumento de la temperatura. Explica.
3. Confecciona un cuadro resumen que permita argumentar que las aplicaciones del dioxígeno y el trioxígeno dependen de sus propiedades.
- a) Investiga cuáles son los centros laborales en tu localidad en que se utilizan estas sustancias y di para qué se emplean.

CAPÍTULO 4

El movimiento en la naturaleza

4.1 Introducción al movimiento

Movimiento es cambio en general y fuente de actividad. Este es modo de existir de la luz, el magnetismo, las plantas, los animales, etc. Todos los elementos de lo que existe están concatenados y en acción mutua. Todo movimiento lleva desplazamiento de lugar y se manifiesta en forma mecánica, física, química, biológica y social.

Lo existente se divide en orgánico e inorgánico. Como movimiento de lo inorgánico está el desplazamiento de los cuerpos, las interacciones gravitatorias, electromagnéticas, etc., mientras que lo orgánico se manifiesta en movimiento biológico y social. El biológico contiene procesos que ocurren en los organismos vivos y los sistemas que abarcan. El social abarca la actividad del hombre en la producción material y los cambios sociales y acciones recíprocas entre los diferentes sistemas sociales.

El movimiento pasa de una forma a otra y se contienen los unos a los otros, es indestructible. La forma biológica contiene a la mecánica (desplazamiento de sangre a través de arterias y venas) y está ligada a cambios moleculares, químicos, eléctricos, que forman parte de otros tipos de movimiento. La forma mecánica puede transformarse en calor (al deslizar un cuerpo sobre una superficie se desprende calor por la fricción entre las superficies) y en electricidad (el agua al caer desde una catarata mueve las aspas de las turbinas que luego, a través de otros procesos, generan electricidad).

El movimiento contrasta con el reposo. Un cuerpo en reposo sobre la mesa, se mueve respecto a la Tierra que rota sobre su eje. Además, el cuerpo reposa, pero sus átomos no. El reposo es relativo.

A continuación se muestran ejemplos de diversas formas del movimiento:

1. Las revoluciones conllevan cambios sociales importantes para sus pueblos.
2. El relieve cambia debido a procesos endógenos (tectonismo y magmatismo) que son manifestaciones energéticas en el interior de la Tierra que conllevan a que se originen elevaciones, depresiones, sismos y actividad volcánica. El tectonismo origina dislocaciones y rupturas en las rocas y consiste en dos movimientos: epirogénicos y orogénicos. Los primeros actúan lentamente al deprimir o elevar una región. Los segundos forman montañas de plegamiento o de falla.
3. La Tierra es el tercer planeta a contar desde el Sol, a una distancia media de 149 600 millones de kilómetros. La Tierra completa una revolución alrededor del Sol en 365 días, 6 horas, 9 minutos y 9 546 segundos y el tiempo

para una rotación completa de la Tierra sobre su eje es de 23 horas, 56 minutos y 4 099 segundos.

4. En los animales hay movimientos como la circulación de la sangre, los latidos del corazón y el peristáltico. Las contracciones y relajaciones del corazón, determinan el movimiento de la sangre. En el aparato gastrointestinal hay dos tipos de movimientos: propulsión (facilita el desplazamiento de los alimentos a lo largo del tubo digestivo) y mezcla (mantiene al contenido intestinal mezclado). El movimiento de propulsión básico del aparato gastrointestinal es el peristaltismo. Alrededor del intestino se forma un anillo de contracción que se mueve hacia adelante desplazando lo que se encuentra en su camino. Las contracciones peristálticas producen mezcla de los alimentos.
5. En el planeta hay reacciones químicas con movimiento de partículas como en la fotosíntesis.
6. La diferencia de temperatura entre la superficie de la Tierra y partes altas de la atmósfera, originan los vientos (aire en movimiento horizontal). Su movimiento vertical interviene en la formación de las nubes.
7. En los océanos y mares hay tres movimientos: olas, mareas y corrientes marinas. Las olas son el movimiento superficial de las aguas de mar originadas por la acción del viento sobre su superficie. Las mareas las produce la fuerza de atracción que ejercen la Luna y el Sol sobre las aguas de mar. Las corrientes marinas o ríos oceánicos, se originan por la acción de los vientos (alisios y del oeste), que son constantes y planetarios. La palabra corriente se relaciona con flujo o movimiento de algo en cierta dirección: corriente eléctrica, flujo sanguíneo, etcétera.
8. En el planeta hay un continuo intercambio de sustancias y energía. Ejemplos: circulación térmica del aire, corrientes marinas, ciclo hidrológico y de las rocas. También hay fenómenos que se repiten periódicamente: cuatro mareas diarias, el día precede a la noche y las estaciones del año. El movimiento periódico es de los que más inciden en la naturaleza.
9. Todo lo existente está formado por átomos en constante movimiento.
10. La célula está en continuo cambio y transformación. Cada tipo de célula es adaptada para desarrollar funciones. Ejemplo, los glóbulos rojos, 25 billones en total, transportan oxígeno desde los pulmones hasta los tejidos.
11. Los animales realizan movimientos debido a contracciones y relajaciones de los músculos, en estrecha relación con los huesos.
12. El aire inspirado y espirado deforma los pulmones. La orina dilata la vejiga y la piel y músculos se contraen al tomarse la presión arterial con un esfigmómetro.
13. Algunas plantas realizan movimientos periódicos en el día y la noche, plegando y abriendo sus hojas y los pétalos de las flores. Otras realizan movimientos rápidos como las insectívoras y los zarcillos del bejuco.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. En ocasiones los médicos prescriben hacer reposo absoluto. Da razones que afirmen o nieguen la lógica de lo anterior.
2. Explica cómo se manifiesta el movimiento durante y después de la formación de la sal denominada cloruro de sodio.

3. Investiga la configuración del sistema solar y los movimientos que existen en el mismo. Da ejemplos similares en la vida cotidiana.
4. El movimiento de los vientos huracanados es grande. Investiga en qué escala se miden y su velocidad en ellas. Describe las consecuencias que producen y las medidas que se toman al respecto en Cuba.
5. Investiga acerca de la planta conocida como dormidera y de sus movimientos.

4.2 Concepto de movimiento mecánico. Movimiento de traslación y rotación

En la filosofía griega, el movimiento abarcaba todo cambio y el desplazamiento de objetos se denotó como movimiento local, el que fue denominado como mecánico y estudiado con interés en el siglo XVII. Galileo se destacó en su descripción y luchó contra las ideas predominantes de Aristóteles.

Para Aristóteles el movimiento de los cuerpos arrojados se debía a una fuerza que siempre actuaba sobre ellos y su caída estaba dada por el movimiento natural, que todos los cuerpos tenían, hacia el centro de la Tierra. Todo movimiento encontraba resistencia del medio y los cuerpos más pesados caían más aprisa que los más ligeros. Para él, la velocidad de un cuerpo dependía directamente proporcional de la fuerza actuante e inversamente proporcional a la resistencia del medio ($V = F/R$). Esta idea trae contradicciones porque si la fuerza es cero, pues la velocidad también, lo que no se ajusta a la situación del movimiento del cuerpo después de lanzado, que sigue moviéndose sin estar presente la fuerza que lo lanzó.

Para Galileo, concepción acertada, todos los cuerpos, independientemente de su peso, caían al suelo en el mismo tiempo. Solo la resistencia del aire es la que impide que lo hagan así. También su concepción de la velocidad de los cuerpos era diferente a la de Aristóteles, lo que será visto más adelante. Galileo consideraba que en el movimiento mecánico cambia la posición del cuerpo (porción de sangre circulando) como un todo, cambian las posiciones de sus partes (una persona se mueve como un todo, pero también se mueven sus partes, como un brazo en relación al otro) o provoca deformación en los mismos (pulmones, vejiga).

El movimiento en el cual el cuerpo no se deforma, se divide en: *traslación* (aquel en que sus puntos se mueven de igual modo, igual trayectoria e igual velocidad, describiendo trayectorias paralelas, no necesariamente rectas; por ejemplo el movimiento de moléculas en un gas y la Tierra alrededor del Sol) y *rotación* (aquel en que sus puntos describen trayectorias circulares concéntricas, circunferencias de distintos radios y se mueven con diferente velocidad; por ejemplo el movimiento de rotación de la Tierra alrededor de su propio eje).

Debe destacarse que Galileo, además de sus estudios del movimiento, inventó un termómetro y realizó estudios en astronomía, lo que le produjo dificultades con la Inquisición religiosa. Sus libros más importantes fueron *Diálogo sobre los dos principales sistemas del universo* (1632), referido a la lucha entre el sistema geocéntrico y el heliocéntrico acerca del sistema solar, y *Diálogos concernientes a las dos nuevas ciencias* (1638) que trataba sobre el estudio del movimiento y la lucha contra las concepciones aristotélicas acerca del mismo.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Investiga qué sucede si, en la ecuación de Aristóteles, la magnitud resistencia se hace cero y en qué unidad se expresa la velocidad de acuerdo a la misma.
2. Dibuja diagramas que reflejen al movimiento de traslación y rotación.
3. Toma dos hojas de papel idénticas. Deja caer, desde la misma altura, las dos hojas al suelo. Luego toma una de ellas y arrúgala hasta hacer una pelota. Deja caer la pelota de papel y la hoja restante, desde la misma altura. Observa todo lo ocurrido en ambas experiencias y llega a conclusiones.
4. Investiga qué evidencias existen acerca de la rotación y la traslación de la Tierra.
5. Investiga y opina sobre la actitud de Galileo, ante la Santa Inquisición de Roma.
6. Busca la biografía de Aristóteles y resume los aspectos más importantes de su vida.

4.3 Medios utilizados para describir el movimiento

Aristóteles no expresó la ecuación de velocidad algebraicamente, el álgebra no tenía el desarrollo para ello, sí la expresó en palabras. Galileo tampoco lo hizo de manera algebraica, sino geoméricamente. Algebraicamente escrita, la ecuación de Galileo es: $v = x/t$ o $x = v \cdot t$, v es el factor de proporcionalidad y se llama velocidad, x es la posición y se expresa en metros (m), t es el tiempo y se da en segundos (s). La velocidad se expresa en m/s. Con valores de posición y tiempo la velocidad es variable a calcular. Al existir una igualdad y una variable la expresión se llama ecuación. Para cada valor de tiempo hay un único valor de posición. A continuación, en una tabla, otra vía para describir el movimiento, se dan datos referidos a un niño que camina con trayectoria rectilínea:

Posición (m)	0	0,4	0,8	1,2	1,6
Tiempo (s)	0	1	2	3	4

En la tabla se observa que en los primeros 0,4 m el niño empleó 1 s, en los segundos 0,8 m realizó un tiempo de 2 s, y así sucesivamente. Si se utiliza la expresión $v = x/t$ para calcular la velocidad en cada una de las posiciones se encuentra que:

$v_1 = 0,4/1 = 0,4 \text{ m/s}$ $v_2 = 0,8/2 = 0,4 \text{ m/s}$ $v_3 = 1,2/3 = 0,4 \text{ m/s}$ $v_4 = 1,6/4 = 0,4 \text{ m/s}$

Los resultados dan que el valor de la velocidad es el mismo durante toda la trayectoria. Si la ecuación se escribe como $x = v \cdot t$ y se sustituye el valor de velocidad por 0,4 la misma queda como: $x = 0,4 \cdot t$, donde los valores de posición y tiempo quedan relacionados por un mismo valor (0,4) de tal manera que los valores de posiciones se obtienen multiplicando por un mismo número los valores correspondientes de los tiempos. Al ocurrir lo anterior se dice que las dos magnitudes relacionadas son directamente proporcionales.

Otra vía para describir el movimiento es la gráfica. En este caso se representan todos los valores en un eje de coordenadas rectangulares, en el eje de las x (recta numérica) se colocan los valores de posición y en el eje de las y (recta numérica) los valores de tiempo, luego los puntos representados se unen y si se obtiene una línea recta que pasa por el origen de coordenadas se dice que entre las magnitudes relacionadas hay una proporcionalidad directa. Lo anterior se muestra en la figura 4.1.

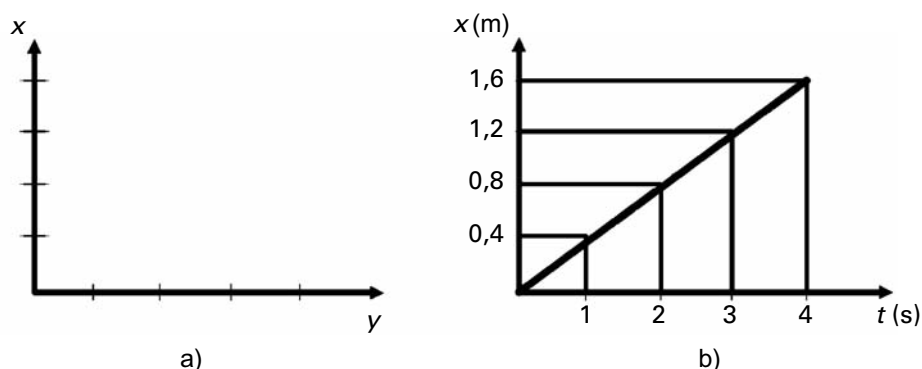


Fig. 4.1 a) Ejes coordenados, b) Representación gráfica de un movimiento rectilíneo y uniforme.

De acuerdo con los datos y la gráfica entre las dos magnitudes hay una proporcionalidad directa, el factor de proporcionalidad es 0,4 m. También se aprecia correspondencia entre los elementos de los conjuntos tiempo y posición. Cada valor de tiempo corresponde a un único valor de posición, correspondencia conocida como función.

Puede ahora decirse que *a cualquier movimiento en línea recta con valor de velocidad constante se le denomina movimiento rectilíneo uniforme (MRU), descrito mediante ecuaciones, tablas de datos y gráficas. La definición general del MRU es que todo cuerpo que se mueva en línea recta y recorra distancias iguales en iguales intervalos de tiempo, cualesquiera que estos sean, realiza un movimiento rectilíneo y uniforme. De no ocurrir así, el movimiento sería rectilíneo no uniforme.*

La velocidad se utiliza para describir diversas situaciones. Por ejemplo, cuando el duodeno se dilata o se irrita, se estimula el vómito. Este movimiento peristáltico retrocede por el intestino a una velocidad de 2 a 3 cm/s propulsando una gran cantidad del contenido intestinal, devolviéndolo hasta el duodeno y el estómago en un período de 3 a 5 min. También se sabe que un suave céfiro de 8 km/h aumenta la transpiración de las plantas en un 20 % en comparación con la transpiración en el seno del aire en reposo y cuando la velocidad del viento alcanza los 24 km/h, la transpiración aumenta en un 50 %.

Por último se tiene que el movimiento con velocidad variable (objeto que cae) puede describirse por la ecuación: $x = \frac{1}{2} at^2$ o $x = \frac{1}{2} gt^2$. El factor de proporcionalidad es $\frac{1}{2} a$, a es la aceleración de la gravedad con que caen los cuerpos y puede escribirse con la letra g . También en este caso se utiliza la tabla de datos y la gráfica para describir el movimiento. Nótese que Aristóteles, para los cuerpos lanzados, utilizaba el término de velocidad cuando en realidad el término correcto a utilizar es el de aceleración.

Cabe destacar que el movimiento rectilíneo es minoría. En la vida es difícil encontrar el MRU, aunque hay ejemplos como la luz, que viaja en línea recta con velocidad constante de 300 000 km/s en el vacío y el sonido en el aire con velocidad de 350 m/s. El más frecuente de los movimientos es el curvilíneo. Casos particulares de este son: el circular, en donde se describe una circunferencia en torno a un punto fijo como en el movimiento de las manecillas del reloj; el del electrón de la primera órbita del elemento hidrógeno y la Tierra sobre su eje; las trayectorias elípticas que, entre otras, es la trayectoria que realizan los planetas alrededor del Sol y las trayectorias parabólicas, entre las que se encuentran las que realizan los proyectiles después de disparados.

El movimiento circular uniforme, donde la velocidad es constante en magnitud, pero no en dirección, que cambia continuamente, formó parte de dos teorías acerca del sistema solar: la heliocéntrica (principal representante Nicolás Copérnico) y la geocéntrica (principal representante Claudio Ptolomeo). Según Copérnico, el movimiento celestial que no fuera el circular uniforme era imposible, lo contrario no era lógico en la creación de Dios. Argumentos similares a los utilizados por los representantes de la teoría geocéntrica.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Investiga acerca de la teoría geocéntrica y la heliocéntrica y sus principales representantes, en la enciclopedia *Encarta*.
2. Los riñones artificiales eliminan la urea del plasma a una velocidad de 100 a 225 ml/min, casi el doble que los riñones normales. Medita sobre la unidad de velocidad dada y compara la misma con la de m/min.
3. Determina qué tiempo demoró el implantador del récord mundial de 100 m planos en recorrer 10 m cualesquiera de la carrera y cuestionar este resultado.
4. Calcula:
 - a) la distancia recorrida en 1 h por un objeto si viaja a una velocidad aproximada de 100 km/h;
 - b) el tiempo que demorará la luz del Sol en llegar a la Tierra si la distancia que los separa es de 150 millones de kilómetros.
5. A continuación se muestran dos tablas de datos. Haz los cálculos necesarios y representa gráficamente los mismos. Realiza un comentario acerca del tipo de movimiento que en cada tabla se refleja.

Posición (m)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Tiempo (s)	0	1,88	2,96	3,88	4,77	5,61	6,46	7,30	8,13	9,00	9,86

Posición (m)	0	5	10	15	20	25	30
Tiempo (s)	0	3,8	7,7	11,5	15,4	19,2	23,1

4.4 Inercia y masa. Primera ley que describe al movimiento mecánico

En el estudio del movimiento planetario tanto en un sistema geocéntrico, como en el heliocéntrico, se cuestionaba qué mantenía a los planetas y satélites moviéndose alrededor de otros astros; Galileo planteó que la inercia, pero esta no se cumple para movimientos circulares. Newton destacó que los planetas y satélites no estaban en equilibrio porque de estarlos se moverían en línea recta en vez de trayectoria elíptica, de acuerdo con la *primera ley del movimiento (inercia)* establecida por él: *Todo cuerpo continúa en su estado de reposo, o de movimiento uniforme en línea recta, si no es obligado a cambiar dicho estado por fuerzas aplicadas a él.* En la vida se aplica esta ley, por ejemplo, si una persona corre y trata de detenerse no lo puede hacer instantáneamente. Siempre se intenta mantener el estado de movimiento. Para cambiar el estado de movimiento de un cuerpo mientras más masa, más difícil es, ya que habría que aplicarle una fuerza mayor y viceversa. La masa es medida de la oposición que un cuerpo ejerce al cambiar su estado.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. El chofer de un automóvil que viaja con un movimiento rectilíneo y uniforme desengancha de improviso el motor del mismo. Un alumno ante la situación descrita plantea que el automóvil sigue moviéndose por inercia. Considera esta respuesta y analízala críticamente.
2. Pon ejemplos donde se manifieste la primera ley del movimiento.
3. Menciona situaciones de la vida cotidiana en las que se utilice la palabra inercia y compara este significado con el que se da en la ciencia física.
4. Investiga por qué resulta imposible detener bruscamente un tren, un auto, u otro medio de transporte en movimiento.

4.5 Acción externa: fuerza. Segunda ley que describe al movimiento mecánico

En la obra de Newton, *Principia*, se encuentra que, *una fuerza aplicada es una acción ejercida sobre un cuerpo a fin de cambiar su estado, ya sea de reposo, o de movimiento uniforme en una línea recta.* La fuerza tiene una característica que no la tienen otras magnitudes como la masa y el tiempo, por ejemplo. En ella se considera su valor, punto de aplicación, dirección y sentido. No es lo mismo aplicar una fuerza sobre el centro de una mesa que sobre una de sus esquinas, para moverla en una dirección determinada. A las magnitudes como la fuerza se les denomina magnitudes vectoriales y a otras como la masa, magnitudes escalares. Las magnitudes vectoriales se representan con una flecha o vector. El punto de origen es el punto de aplicación, la longitud del segmento a escala es la magnitud e indica la dirección y la saeta el sentido. A estas magnitudes se les pone un vector encima cuando se escriben, como por ejemplo, en la figura 4.2.

Al hablar sobre fuerza debe hacerse una distinción. Newton nunca se refirió a acciones externas cuando la mencionaba, pero algunos libros sí. Se aclara que una acción externa y una fuerza no es exactamente lo mismo. Una acción externa puede no contemplar la deformación de los cuerpos ni su variación de velocidad. Por ejemplo, la acción externa de la luz sobre la hoja de una planta provoca el fenómeno de la fotosíntesis, pero no su deformación o variación de velocidad.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Determina si las magnitudes velocidad y tiempo son magnitudes vectoriales o escalares.
2. Busca otros ejemplos donde se vislumbre que una acción externa puede no contemplar la deformación de los cuerpos ni su variación de velocidad.

4.6 Fuerza resultante. Medición de fuerzas

Si en sentido contrario a la fuerza aplicada a un cuerpo se aplica otra de igual magnitud, este mantendrá su estado de reposo o de movimiento rectilíneo uniforme. Al empujar un mueble, si no sale del reposo o mantiene una velocidad constante es porque opuesta a la fuerza aplicada existe otra, la de rozamiento con el piso. En casos así las fuerzas están equilibradas y la resultante sobre el cuerpo es cero; de no serlo, el cuerpo saldría del reposo o modificaría su movimiento. Cuando sobre un cuerpo se ejercen varias fuerzas, las características del movimiento dependen de las resultantes de ellas.

Si dos fuerzas se aplican en el mismo sentido se suman y en sentido contrario se restan. La figura 4.2 muestra las fuerzas que actúan sobre un cuerpo en una mesa.

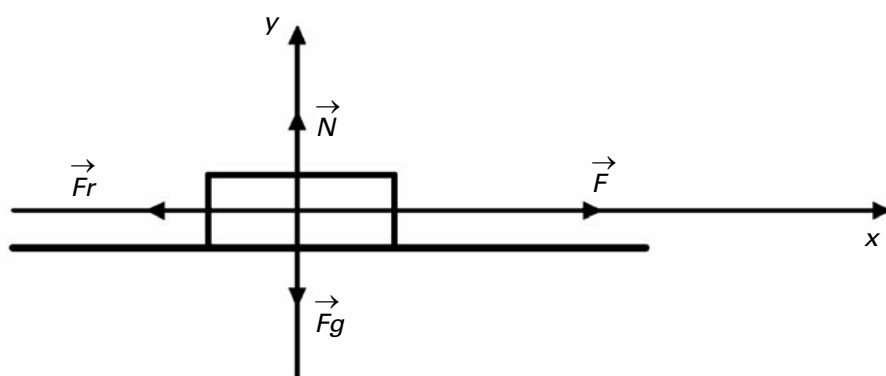


Fig. 4.2 Representación de fuerzas sobre un cuerpo.

F_g es la fuerza de gravedad que actúa sobre el cuerpo, fuerza de atracción que existe entre todos los cuerpos masivos, por ejemplo los animales y las personas se sienten atraídos por el planeta Tierra. Esta fuerza se calcula por $F_g = mg$, donde

g es constante e igual a 9,8 y m la masa del cuerpo. El valor 9,8 disminuye a medida que aumenta la distancia a la Tierra; a una altura de unos 400 km, típica para naves espaciales, es 8,7. En la Luna el valor de g es 1,6, ya que tiene menor masa que la Tierra. El factor g es la intensidad de la gravedad que da la medida del poder atractivo que ejercen determinados cuerpos sobre otros; N es la fuerza que aplica la mesa sobre el cuerpo; Fr es la fuerza de rozamiento entre las superficies, que actúa en sentido contrario al movimiento del cuerpo, por ejemplo, cuando se tiene al aire en contra resulta más trabajoso moverse y es más fácil hacerlo por una superficie asfaltada que por una arenosa y F es la fuerza que tira del cuerpo para ponerlo en movimiento hacia la derecha. En el eje x hay dos fuerzas en sentidos opuestos, al igual que las fuerzas que actúan en el eje y . En ambos ejes se restan las fuerzas. El cuerpo se mueve hacia la derecha, ya que la fuerza F es mayor que la fuerza Fr . En el eje de las y las fuerzas son iguales y su resultante es cero.

Debe considerarse que no siempre la fuerza ejercida provoca cambios en el estado de movimiento del cuerpo, sino que lo deforma. Las fuerzas aplicadas sobre él pueden sacarlo del reposo, variar el valor de velocidad, la dirección de su movimiento y deformarlo. Las características del movimiento de un cuerpo se determinan por las fuerzas aplicadas sobre él y por una propiedad del cuerpo, denominada inercia, que se relaciona con su masa.

Para cambiar el estado de movimiento de un cuerpo, mientras más masa más difícil es, ya que habría que aplicarle una fuerza mayor y viceversa. Al cambiar el estado de movimiento se habla de variar la velocidad del cuerpo en el tiempo, a esta variación se le llama aceleración. De manera que hay tres magnitudes relacionadas: fuerza, aceleración y masa. La relación se expresa como: $a = F/m$, a es la aceleración (m/s^2); F la fuerza (Newton N) y m (kg) la masa del cuerpo. De aquí se tiene que *la aceleración que adquiere un cuerpo es directamente proporcional a la fuerza que se le aplicó si la masa del cuerpo se mantiene constante, e inversamente proporcional a la masa para una misma fuerza aplicada. A esta relación entre las magnitudes se le conoce con el nombre de segunda ley de Newton o segunda ley del movimiento.*

Las fuerzas, de manera general, como la magnética, la eléctrica, etc., pueden calcularse por ecuaciones y en el caso de las fuerzas de gravedad y de rozamiento puede emplearse el dinamómetro para medirlas. Este funciona en base a deformaciones que sufre un resorte que está en él. A más deformación mayor la fuerza que mida. Su escala está graduada en Newton y se diseña señalando las deformaciones utilizando fuerzas de valor conocido. Al poner un cuerpo en el dinamómetro el resorte se alarga y el valor indicado es el de la fuerza de gravedad con que la Tierra lo atrae. Al colocar otro cuerpo de mayor masa el resorte se alarga más. Lo anterior pasa porque además de la fuerza de gravedad que actúa sobre el cuerpo existe otra fuerza que actúa en la misma dirección, pero en sentido contrario y se denomina fuerza elástica, concerniente al resorte. Al igualarse ambas fuerzas, después de colocar el cuerpo sobre el resorte, hasta ahí se deforma el mismo y se hace la medición. El funcionamiento del dinamómetro se basa en la fuerza elástica del resorte, que varía proporcionalmente a la deformación del mismo. La ecuación para determinarla es: $F = -kx$; k es la constante elástica del resorte, x es la deformación del resorte. El signo menos significa que la deformación se hace en sentido contrario a la fuerza elástica.

Puede añadirse que existen también, además de las fuerzas mencionadas, las llamadas fuerzas ficticias, por ejemplo, la fuerza centrífuga.

El efecto de la fuerza centrífuga se usa en las centrífugas de laboratorio. La fuerza centrífuga es mayor cuanto mayor es la masa de la partícula suspendida, por ello las suspensiones más pesadas llegan primero al fondo del tubo de vidrio (usado en la centrífuga de laboratorio) que las menos pesadas y se obtiene como resultado final, una clasificación de las partículas suspendidas según su masa. Las centrífugas usadas en investigaciones llevadas a cabo con líquidos biológicos, alcanzan 10 000 o más revoluciones por minuto. La centrifugación de tejidos triturados ha separado y estratificado las partes de las células.

Sobre las personas actúa la fuerza centrífuga. Por ejemplo, los aviones describen curvas verticales, por lo que en cierto momento el piloto queda suspendido por el cinturón, boca abajo. Sobre el avión y el piloto, sus órganos y tejidos actúa dicha fuerza.

El efecto de la fuerza centrífuga sobre la sangre, es que por ser fluida, la desplaza más que a los órganos que son sólidos y están ligados. Si el piloto está de pie y la aceleración centrífuga es de 49 m/s^2 hacia abajo, la presión de la sangre en las venas de los pies aumentará y se hará 5 veces mayor a la presión normal. Cuando el piloto se encuentra sentado, la presión de las venas alcanza unos 300 mm de Hg. Los vasos de las extremidades inferiores se dilatan y la proporción de la sangre en las extremidades inferiores aumenta. En estas condiciones, menos sangre llega al corazón y menos será la que este envíe al cerebro, de manera que cuando la aceleración centrífuga es de unos 39 m/s^2 a 59 m/s^2 , podrá producir en el piloto oscurecimiento en la visión por varios segundos y pérdida del conocimiento.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. El récord mundial u olímpico del atletismo se homologa sin importar el lugar donde se realicen. Considera si esto es correcto. Haz un análisis físico de la respuesta.
2. En las lavadoras existe una parte que se le denomina secadora o “centrífuga de la lavadora”. Investiga sobre esta parte y el porqué del secado tan rápido de la ropa después de haber pasado por la misma.
3. Investiga acerca de los efectos negativos y positivos que tiene la fuerza de fricción, en la vida diaria y en la técnica.
4. Representa mediante un diagrama la fuerza resultante y todas las fuerzas ejercidas sobre:
 - a) una lámpara que cuelga del techo;
 - b) un bloque que se empuja y se mueve con velocidad constante sobre una superficie horizontal y
 - c) un avión que se mueve en línea recta con velocidad constante.
5. Utiliza un dinamómetro para medir:
 - a) la fuerza de gravedad sobre diferentes cuerpos,
 - b) la fuerza de fricción sobre un bloque que se desliza con movimiento aproximadamente uniforme sobre la superficie de una mesa.

4.7 Interacción entre los cuerpos. Tercera ley que describe al movimiento mecánico

Existe una tercera ley vinculada con la interacción entre los cuerpos: *ley de acción y reacción*. Cuando dos cuerpos interactúan, en ellos se produce un cambio en su estado del movimiento. En las interacciones siempre aparecen dos fuerzas, por lo que Newton dijo que *si un cuerpo A ejerce una fuerza sobre otro B, entonces, el cuerpo B ejercerá una fuerza sobre el A, de igual valor numérico, pero de sentido contrario*. Por esta ley se explica por qué los vientos huracanados pierden velocidad cuando interactúan con la tierra y los diferentes cuerpos que están sobre ella.

Se aclara que las fuerzas de acción y reacción siempre actúan sobre cuerpos diferentes y son de igual naturaleza. Cuando un bate golpea a una pelota, el bate ejerce una fuerza sobre la pelota, denominada acción y la pelota ejerce una fuerza igual, pero opuesta sobre el bate. Lo mismo sucede cuando se empuja a un automóvil y se golpea con el pie a una pelota de fútbol.

Cabe destacar que Isaac Newton, de niño construía y experimentaba con aparatos mecánicos y sentía interés por las matemáticas. Siempre fue excelente estudiante. A los 24 años había realizado grandes descubrimientos en matemática y física. En la primera descubrió el teorema del binomio y el cálculo diferencial. En la física la teoría de los colores y la mecánica del movimiento. Su teoría de la luz y los colores lo llevó a discusiones tales que decidió no publicar nada más. Desde entonces se dedicó a estudiar la mecánica de los movimientos planetarios. Años después (1687), convencido por Halley, descubridor del cometa que lleva su nombre, publicó los *Principia* donde, entre otras cosas, escribe las leyes del movimiento.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Discute el papel de la tercera ley del movimiento cuando se camina o se corre.
2. Dos carritos iguales están unidos por un resorte comprimido. Al liberarse el resorte los carritos se ponen en movimiento y alcanzan iguales velocidades. Analiza lo descrito desde la tercera ley del movimiento.
3. Busca información acerca del cometa Halley y los datos biográficos de su descubridor.

4.8 Relación entre fuerza y movimiento

La idea de que la fuerza aplicada a un cuerpo está en él y actúa en la dirección del movimiento está en la mente de muchas personas. Cuando un jugador de béisbol batea suele pensarse que la pelota se mueve porque la fuerza con que se le golpeó está dentro de la misma. La noción de que se debe empujar un objeto para mantenerlo en movimiento trae aparejado que se debe poner algo en él. A ese algo casi siempre se le llama fuerza, asociación equivocada entre esta y el movimiento. Esta asociación es lógica y forma parte del sentido común. Aristóteles en la antigüedad y Burilán en el siglo XIV la sostenían. Al

enseñarse este contenido se dice que hay algo que afecta al movimiento y que se llama fuerza. No debe sorprender el que se le diga fuerza a la cosa que se introduce en los cuerpos para hacerles mover, y que hace difícil que se les detenga. Esta cosa es la cantidad de movimiento, otra magnitud física, que depende de la masa y la velocidad del cuerpo y no es una fuerza.

TAREA DE APRENDIZAJE

Elabora variados ejemplos donde al dejar de actuar la fuerza sobre un cuerpo, este continúe en movimiento.

4.9 Distinción entre la masa y el peso

El término peso suele confundirse con el de masa, sin embargo, no son la misma cosa. Cuando sobre una superficie se coloca un cuerpo, tanto él como la superficie se deforman. Una persona al sentarse sobre un sofá, este y los glúteos de ella se deforman. Lo que le ocurre al sofá es similar a lo que le sucede a un resorte cuando en él se suspende un cuerpo. En ambos casos aparece una fuerza elástica. Por lo que *el peso de un cuerpo es la fuerza elástica con que este actúa sobre el apoyo o suspensión*. Se sabe que a mayor masa del cuerpo que se suspende o apoya mayor será la deformación y la fuerza elástica que aparece. De acuerdo a la definición de fuerza se plantea que el peso es una fuerza y se calcula por: $P = mg$. Esta expresión es similar a la de fuerza de gravedad, pero esta actúa sobre el cuerpo, mientras que el peso actúa sobre el apoyo o la suspensión. La expresión de peso se cumple si el apoyo se coloca horizontalmente en reposo, o animado en movimiento rectilíneo uniforme con relación a la Tierra.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Compara la masa y peso de un hombre sobre la Tierra y sobre la Luna. Realiza los cálculos si la masa del hombre es de 80 kg.
2. Investiga si la balanza que se usa en tu bodega mide masa o peso de los productos.

4.10 Densidad de los cuerpos

Completando el concepto de masa se dice que esta es una medida de la cantidad de cierta sustancia o material (en una bolsa de azúcar de 3 kg de masa hay el triple de cantidad de azúcar que en otra de 1 kg). La masa está vinculada, además, a la mayor o menor facilidad con que los cuerpos salen del reposo o modifican su movimiento al aplicarles una fuerza. Por ello, bajo la acción de una fuerza es más difícil modificar el estado del movimiento de la bolsa de azúcar de 3 kg que la de 1 kg. La masa de un cuerpo puede ser medida usando una balanza, cuya escala se gradúa empleando cuerpos de masas conocidas tomadas como patrones. Hay balanzas de diferentes tipos como la pesa cartas y la de triple brazo.

Al igual que masa y volumen son propiedades de todos los cuerpos, la magnitud densidad también lo es. En el caso de los cuerpos gaseosos es menos evidente el que tengan masa y volumen, pero sí lo tienen.

La densidad tiene relación con la masa y el volumen de los cuerpos y depende del material del cual esté formado el mismo y del estado en que se encuentre. Así, cada centímetro cúbico de hierro sólido tiene una masa de 7,8 g. El valor anterior pueden ser expresado como 7,8 g/cm³ denominándose valor de densidad; por lo tanto la densidad es expresada por: $\rho = m/v$, m es la masa del cuerpo, v el volumen que esta masa ocupa y ρ (letra griega que se lee ro) la densidad del mismo. La expresión: $m = \rho \cdot v$ muestra que, para un mismo material, existe una proporcionalidad directa entre la masa y el volumen del mismo.

Como dato curioso se tiene que la densidad media de la Tierra es de unas 5,51 veces la densidad del agua. La medición directa de unos cuantos materiales de la corteza terrestre muestra que las capas exteriores tienen una densidad media de unas 2,7 veces la del agua. Siendo este valor apenas la mitad de la densidad total de la Tierra, se admite que las regiones centrales tienen una densidad superior a 5,51. El núcleo de la Tierra es muy pesado, siendo unas ocho veces más denso que el agua y probablemente se compone de hierro y níquel. A medida que se va hacia la superficie terrestre, la densidad va disminuyendo hasta la cifra, relativamente baja, de 2,7.

Se aclara que la densidad de líquidos y gases puede depender de factores como la presión y la temperatura a la que están sometidos. En líquidos y sólidos la densidad varía muy poco dentro de amplios límites de presión y temperatura, en cambio la densidad de un gas es sensible a estas variaciones. Al aumentar la temperatura de cierta cantidad de gas su densidad disminuye y si se le comprime, aumentándole la presión, la densidad aumenta. Estas condiciones se tienen en consideración al estudiar fenómenos en líquidos y gases del planeta, como el origen de los vientos y la circulación marina.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Imagina dos cubos, uno de aluminio y otro de plomo, con una masa cada uno de 1 kg. Representa mediante un dibujo ambos cubos y comprueba con cálculos la representación.
2. Toma una jeringuilla y extrae el émbolo hasta la mitad; luego cierra con un dedo el orificio y empuja el émbolo para introducirlo nuevamente. Describe lo que sucede y determina la propiedad de los gases que se pone de manifiesto.
3. Toma un abanico y abanica el aire. Describe y explica lo que sucede. Determina qué propiedad de los gases se pone de manifiesto.
4. En la siguiente tabla se dan valores de densidad para diferentes cuerpos. Convierte estos valores en la unidad de kg/m³.

Sustancia	Densidad en g/cm ³
Aire a 20 °C y 1 atm	0,001 21
Dióxido de carbono a 20 °C y 1 atm	0,001 84
Sangre entera	1,060
Alcohol	0,790
Hielo	0,917

4.11 Presión de los cuerpos

Se destaca que la distribución de las fuerzas en determinada área (presión) es esencial en las interacciones donde intervienen líquidos y gases. También tiene importancia en casos de interacciones entre cuerpos sólidos, por ejemplo, mientras más grande una edificación, y por tanto la fuerza ejercida por ella sobre el suelo, mayor el área del cimiento. También los instrumentos de corte se afilan para que la fuerza ejercida se distribuya en un área menor.

Para conocer la presión sobre una superficie se utiliza la ecuación $P = F/A$, F es la fuerza distribuida en la superficie, ejercida perpendicularmente sobre ella, A el área de la superficie. La unidad de presión es el pascal (Pa), en honor a Blaise Pascal. Una presión de 1 Pa es relativamente pequeña, corresponde a una fuerza de un 1 N (Newton) ejercida perpendicularmente y distribuida sobre una superficie de 1 m². Es, aproximadamente, la presión que ejerce una hoja de papel sobre una superficie horizontal en la que se apoya.

Presión es una palabra cotidiana: “trabajo bajo presión”, “tengo alta la presión”, “centros de baja y de altas presiones”, etc. Ahora bien, ¿qué es la presión? *Presión caracteriza la fuerza distribuida sobre determinada superficie, ejercida perpendicularmente sobre la misma. Cuanto mayor sea la fuerza aplicada y menor el área en la que está distribuida, mayor será la presión.*

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Busca los datos biográficos de Pascal y resume sus aportes más importantes en la ciencia.
2. Determina cuál de las partes de un pico se utiliza para romper una parte dura del terreno con mayor facilidad. Argumenta utilizando el concepto de presión.

4.12 Presión sobre los cuerpos sumergidos en líquidos y gases. Ley de Pascal

El aire, como todos los cuerpos, pesa. Galileo, en 1640, demostró que el aire pesaba, utilizando un globo de vidrio, de capacidad conocida, lleno y vacío de aire. Como resultado de este peso, la Tierra se encuentra sometida a una fuerza distribuida sobre su superficie, lo que se conoce como presión atmosférica. Dicho de otra manera, *el peso del aire por una determinada unidad de superficie, es decir, el peso de una columna de aire desde el suelo hasta la troposfera, se define como presión atmosférica.* Al planeta estar rodeado por una porción de aire, la atmósfera, que tiene kilómetros de espesor, hace que los cuerpos sobre ella se encuentren sumergidos a gran profundidad en esta atmósfera, por eso, dicho aire ejerce presión sobre los cuerpos.

La presión atmosférica a nivel del mar varía en el tiempo y espacio y también con los cambios de temperatura y humedad. Se tiene que la presión atmosférica se distribuye en las distintas zonas de la Tierra y se representa en los mapas de isobaras, que son líneas que unen puntos de la superficie terrestre con igual presión atmosférica al nivel del mar. En los mapas se distinguen

áreas de bajas presiones (ciclones) y de altas presiones (anticiclones), estas últimas indican buen tiempo. De los mapas se sabe que las regiones ecuatoriales, son áreas de bajas presiones, mientras que las subtropicales y polares son de altas presiones y que el centro y este de los grandes continentes, durante el invierno, son de altas presiones, mientras que en el verano, el centro y sur son de bajas presiones.

El aire cumple con las propiedades y características comunes a todos los gases. Una de estas es que la presión ejercida por ellos se transmite en todas direcciones. Para demostrarlo se toma un cilindro, uno de cuyos extremos termina en una esfera (globo) con numerosos orificios. Si se llena con humo y se ejerce presión mediante un émbolo, de los orificios salen chorros en todas direcciones y no solo en aquella donde se ha aplicado la presión. Esta propiedad de los gases se utiliza para transmitir presiones, y por tanto, fuerzas, de unos lugares a otros a través de tubos y mangueras, como por ejemplo en los martillos, neumáticos. Independientemente de las trayectorias que sigan los tubos y mangueras, la presión se transmite a través de ellos a los lugares requeridos y en las direcciones deseadas. Concluyendo, *los gases transmiten la presión ejercida sobre ellos en todas direcciones y sin alteración, lo que se conoce como Ley de Pascal. Esta ley es aplicable a los líquidos también.*

Una aplicación de la Ley de Pascal en los líquidos es la relativa a la *presión sanguínea, que no es más que la fuerza que ejerce la sangre sobre la unidad de área de la pared del vaso por donde circula*. Esta varía en los diferentes vasos sanguíneos. En las arterias es mayor que en las venas. De acuerdo con la actividad del organismo, la presión sanguínea será más o menos alta; esta oscilación no afecta a la salud mientras que no sobrepase determinados límites; tanto la presión sanguínea muy alta o muy baja, pueden ocasionar graves trastornos al organismo. La presión arterial se controla por todo un sistema que existe en el sistema circulatorio. Si la presión arterial se reduce de forma significativa por debajo de su valor medio normal de aproximadamente 100 mmHg, en el organismo se provocan una serie de cambios para devolver la presión a la normalidad, tales como el aumento de la fuerza de bombeo del corazón.

Debido a una dieta incorrecta, como ingestión de grasa animal en exceso, el espacio dentro de las arterias se reduce porque sustancias grasosas bloquean las arterias, como lo es el colesterol. La estrechez en las arterias puede cortar el suministro de sangre a parte del cerebro y causar daños, muchas veces, irreversibles. Un infarto puede ser causado por no llegar suficiente sangre al corazón.

Para medir la presión sanguínea puede ejercerse sobre la arteria que interesa una presión exterior creciente hasta interrumpir la sangre que por ella circula. Sin considerar la elasticidad de la arteria y tejidos afectados, la interrupción se producirá en el instante en que la presión sanguínea y la exterior se compensen y por tanto, la presión exterior le podrá servir de medida a la presión sanguínea. En el ejercicio más intenso, la presión arterial se eleva de 30 a 40 %, lo que aumenta el flujo sanguíneo aproximadamente dos veces más. Durante el miedo extremo, la presión arterial con frecuencia se eleva hasta cifras como el doble de lo normal. Esta es una reacción de alarma y suministra una presión que aporta sangre a cualquier músculo o a todos y así responder de manera instantánea huyendo del peligro.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Toma una cámara de bicicleta e insúflala con aire. Describe todo lo que ocurre en ese proceso. Compara el mismo con lo que ocurriría en una arteria. Cuestiona además el porqué en ocasiones una parte de la cámara se eleva más que las partes restantes, a lo que se le llama vulgarmente un “chichón”.
2. Llena un vaso de agua hasta el borde y coloca sobre este un pedazo de papel. Invierte el vaso con cuidado. Describe y explica el resultado.
3. Investiga cómo puede medirse la presión sanguínea de una persona utilizando el esfigmómetro.
4. Investiga por qué las masas de aire cálido ejercen menor presión que las de aire frío.
5. En una arteria obstruida, ya sea parcial o totalmente, hay un aumento de la presión sanguínea. Explica este hecho a partir de los conocimientos existentes.
6. En el ojo humano hay una presión intraocular de 15 mmHg, con intervalo de 12 a 20. Esta se mide con un tonómetro. Si la presión del ojo aumenta patológicamente, produce glaucoma, causa común de ceguera. Investiga el principio de funcionamiento del tonómetro y describe la medición de la presión con el mismo.

4.13 El barómetro: un instrumento para medir la presión atmosférica

En 1643 el físico Torricelli, discípulo de Galileo, inventó el barómetro de mercurio para medir la presión atmosférica. Llenó con mercurio un fino tubo de 1 m de longitud, abierto por el borde inferior y lo introdujo en un recipiente mayor también con mercurio; al destapar la abertura inferior del tubo el mercurio descendió, pero solo hasta la altura de 760 mm. El hecho de que el mercurio no descendiera totalmente se explica por la fuerza que ejerce el aire sobre la superficie del mercurio del recipiente grande, o sea, por el peso del aire. El peso del mercurio de la columna se equilibra con el del aire ejercido sobre el mercurio del recipiente grande. Igualando el peso de una columna de mercurio de 760 mm, con el de una columna de la atmósfera de igual volumen se deduce que la presión atmosférica es de algo más de 1 N/cm^2 . Cuando el barómetro alcanza al nivel del mar $1\,013 \text{ hPa}$ (hectopascasles) o $101\,300 \text{ Pa}$ se le denomina presión normal. Semejante presión equivale a la ejercida sobre una superficie horizontal al situar sobre ella un cuerpo con masa de algo más de $10\,000 \text{ kg}$ y un área de apoyo de 1 m^2 .

Existe, además del barómetro, el manómetro de líquido para medir la presión. Este consiste en un tubo en forma de U que contiene líquido. Cuando en una de las ramas del manómetro aumenta la presión del aire, se produce una diferencia entre los niveles del líquido en ambas ramas. Esta diferencia será tanto mayor, cuanto mayor sea la presión, y puede ser medida colocando una escala graduada en milímetros detrás del tubo. El número de milímetros que separa al nivel de líquido en una rama de su nivel en la otra, constituye una medida de la presión. Además de los manómetros de líquido se utilizan los de aguja, de varilla y electrónicos.

Sobre la presión que ejerce el aire existen experimentos. Otto Guericke en el 1654, por medio de una bomba neumática extrajo aire de la cavidad que formaban dos hemisferios huecos unidos entre sí. Ocho pares de caballos no pudieron separar los hemisferios. Al dejar salir el aire se desunieron libremente. Este experimento manifiesta que la presión atmosférica y la fuerza que ella ocasiona, son relativamente grandes.

Pese a lo grande que es la presión atmosférica en la superficie de la Tierra, es pequeña al compararla con la ejercida por el agua a cierta profundidad. En el mar, a 10 m de profundidad la presión es de 100 000 Pa, aproximadamente igual a la atmosférica, o, como se dice, de una atmósfera. De este modo, una persona sumergida en el mar a 10 m está sometida a una presión de 2 atmósferas, una debida al aire atmosférico y la otra a los 10 m de profundidad de agua que tiene encima.

Se deduce de lo anterior que la presión atmosférica varía con la altura, por ejemplo, a mayor altura, el espesor de la atmósfera se hace menor y disminuye la presión. Cuanto mayor es la altura de la superficie terrestre respecto al nivel del mar, menor la presión del aire, ya que la columna de aire que queda por encima es también menor. La presión atmosférica disminuye con la altura, relación que no es directamente proporcional, puesto que el aire es un fluido que se comprime mucho, por lo que las masas de aire más próximas al suelo se comprimen por el propio peso del aire de las capas superiores y son más densas. Cerca del nivel del mar, un ascenso en altura supone gran disminución de la presión, mientras que a gran altura hay que ascender mucho más para que la presión disminuya en la misma medida. Lo relativo al comportamiento de la presión con la altura se nota al viajar en avión o subir alturas como la Sierra Maestra. Cuando se toma altura, en los oídos se sienten zumbidos, ya que la presión atmosférica comienza a disminuir y se establece una diferencia de presión entre esta y la presión interna del organismo.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Investiga y explica por qué al colocar un globo sin inflar y atado por su boca dentro de una campana de cristal y a esta se le extrae el aire con una bomba neumática el globo se infla.
2. El incremento o decrecimiento de la temperatura del aire forma áreas de bajas y altas presiones. Investiga por qué. Considera el volumen y densidad del aire.
3. Investiga el hecho de por qué cuando el aire contiene mucha humedad o vapor de agua, la presión atmosférica disminuye.
4. Investiga el hecho de por qué a pesar de la existencia de la presión atmosférica un globo (lleno de aire, hidrógeno o helio) puede flotar en el aire.

4.14 Fuerza de empuje de líquidos y gases. Ley de Arquímedes

En los gases y los líquidos también existe una fuerza que actúa dirigida de abajo hacia arriba y que se conoce con el nombre de *fuerza de empuje* o de

Arquímedes, sabio de la antigua Grecia que estudió primero los factores de que dependía. Esta fuerza depende del volumen de aquella parte del cuerpo que está inmerso en el gas, la densidad del gas y la intensidad de la gravedad. No depende de las características del cuerpo como su forma o densidad. El volumen inmerso del cuerpo es igual, por supuesto, al del gas o líquido desplazado. Entre estos y la fuerza de empuje existe una relación muy simple, denominada *Ley de Arquímedes*: *La fuerza de empuje es numéricamente igual a la fuerza de gravedad que se ejerce sobre la porción de líquido o gas desalojada por el cuerpo*. Gracias a la fuerza de empuje es que los cuerpos sumergidos en líquidos y gases pueden ascender o flotar.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Se cuenta que Arquímedes descubrió su ley cuando se estaba bañando en una bañera y observaba cómo su cuerpo desalojaba agua de la misma. Ante el descubrimiento, se dice, que salió corriendo desnudo gritando “*Eureka!*”. Investiga si lo anterior fue así y busca datos adicionales acerca de este científico.
2. Investiga por qué es más fácil cargar a una persona en la playa dentro del agua que cuando está parado sobre el suelo de una habitación.

CAPÍTULO 5

Energía. Su utilización, transmisión y obtención

5.1 Introducción al concepto de energía

La medida de toda forma de movimiento es la energía y expresa la unidad cuantitativa del movimiento (indestructibilidad) y su aspecto cualitativo (convertibilidad de las formas). Los dos aspectos expresan la ley de conservación y transformación de la energía. El movimiento no se crea ni se destruye, solo se transforma, al igual que la energía.

En la vida se usa el término energía para la fuerza, vigor o actividad. Sin ella no funcionan las máquinas ni se producen los procesos vitales. La energía solo se pone de manifiesto al pasar de unos cuerpos a otros, cuando se transforma. A diario hay transformaciones de energía: la energía del Sol derrite los hielos, eleva la temperatura del aire, produce los vientos, y hace crecer las plantas que sirven como alimento produciendo en estas el fenómeno de la fotosíntesis. *La energía es una propiedad de los cuerpos que produce transformaciones en ellos mismos o en otros cuerpos.* No es lo mismo energía que fuerza: la fuerza se ejerce sobre los cuerpos, la energía la poseen los cuerpos, pasando de unos a otros.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Busca ejemplos, desde la casa, de diferentes tipos de energía y sus transformaciones.
2. Explica si la ley de conservación de la energía se cumple en el proceso de fotosíntesis.

5.2 Temperatura, equilibrio térmico y calor

La temperatura caracteriza el grado de calentamiento de los cuerpos. Entre dos cuerpos con diferentes calentamientos se dice que el más caliente tiene mayor temperatura que el menos caliente y que siempre el primero le cede temperatura al segundo. Por ejemplo, al colocar un jarro con leche caliente en una vasija con agua, la leche se refresca y el agua se calienta. Al cabo de un tiempo la leche, el jarro y el agua están igual de calientes, tienen la misma temperatura. A esto se denomina *equilibrio térmico*.

Algo similar le ocurre al organismo humano en el invierno. La sensación de frío sobre la piel la da la temperatura a la que esté el aire circundante. Si la temperatura del aire es menor que la corporal se sentirá frío y para evitarlo, al acostarse, es usual cubrirse con una colcha, de manera que el aire entre el cuerpo y la colcha llegue a alcanzar la misma temperatura que la corporal, o sea, se llega al equilibrio térmico. La colcha es el aislador entre el aire de la habitación y el que está atrapado entre el cuerpo y ella. Al estar destapado, el aire cerca de la piel se calienta, se hace menos denso y sube, de manera que el aire más frío, más denso, ocupa su lugar y así se pasará frío toda la noche.

Con ayuda del tacto no se obtiene una información exacta de la temperatura de los cuerpos. Las sensaciones pueden llegar a engañar en determinadas condiciones. Para no ser engañados se deben usar instrumentos precisos que sean independientes de ellas. En el caso de la temperatura, el termómetro.

Una de las primeras ideas acerca de un termómetro viene de Galileo. Él inventó un termoscopio alrededor del 1600. Consistía en un bulbo de vidrio con aire en un largo tubo que se extendía hacia abajo e introducido en un recipiente con agua. Al bulbo calentarse o enfriarse, el aire en el interior se expandía o contraía y el nivel de agua subía o bajaba en el tubo. Este dispositivo era sensible a variaciones de la presión atmosférica y al calentamiento o enfriamiento. Otros termoscopios fueron contruidos por distintos investigadores. La sensibilidad a la variación de presión se eliminó al usar líquidos sellados dentro de bulbos y tubos de vidrio. Al final del siglo XVII, se introdujo la calibración de las escalas termométricas marcando puntos fijos y dividiendo la escala en un número de intervalos uniformes. Newton realizó experimentos con estos dispositivos.

Entre los años 1714 y 1717, Fahrenheit (1686-1736) construyó termómetros de alcohol y mercurio, usando bulbos y tubos cilíndricos de vidrio; de ahí la escala Fahrenheit. Durante el período 1710-1743, se desarrolló la escala Celsius.

El funcionamiento de muchos termómetros se basa en el fenómeno de la dilatación térmica de los líquidos. Sus partes fundamentales son, el bulbo que contiene líquido, un fino tubo de vidrio y la escala. El líquido utilizado en los termómetros clínicos es mercurio, y en los termómetros escolares y domésticos, mercurio o alcohol coloreado. En la escala del termómetro se toma como cero el punto de fusión del hielo y como 100, el punto de evaporación del agua. Luego se divide en 100 partes iguales la distancia entre el cero y el 100, a cada división se le da el valor de un grado Celsius (1°C). En la actualidad existen otros termómetros, como el digital.

Ahora bien, ¿por qué la leche se refrescó y el agua se calentó?; ¿por qué el aire atrapado entre la colcha y el cuerpo también se calentó? Algo se transmitió de la leche al agua y del cuerpo al aire. A ese algo se le llama *calor*.

La explicación tiene que ver con que mientras mayor es la temperatura de un cuerpo, mayor la velocidad de las partículas que lo componen. Al poner en contacto dos cuerpos, de diferentes temperaturas, la temperatura del más caliente disminuye, lo cual significa que sus partículas se mueven más lento que antes; en cambio, la temperatura del más frío aumenta porque sus partículas se mueven más rápido. Por eso se afirma que lo transmitido de un cuerpo a otro de diferentes temperaturas, es el movimiento de sus partículas. En el ejemplo de la leche, la temperatura de ella disminuye y sus partículas componentes se mueven más lento y la temperatura del agua aumenta y sus partículas componentes se mueven más rápido.

Los cuerpos en movimiento poseen energía cinética, que aumenta con la velocidad. La energía cinética de las partículas de los cuerpos aumenta con la velocidad de estas y es mayor si el cuerpo tiene mayor temperatura. Cuando un cuerpo que tiene cierta temperatura se pone en contacto con otra cuya temperatura es menor, se transmite energía cinética de las partículas del primero a las del segundo. *Se denomina entonces calor, o energía calorífica, a la energía que se transmite de un cuerpo a otro en forma de movimiento de sus partículas.* Entonces lo que se transmitió de la leche al agua fue calor, al igual que lo que se transmite del cuerpo humano al aire, siempre que la temperatura del cuerpo sea mayor que la del aire con el que está en contacto.

Por último, temperatura y calor son magnitudes diferentes. Por ejemplo, si se mide la temperatura del agua que hierve en una olla colocada sobre una hornilla, la temperatura del agua no varía, a pesar de estar recibiendo calor la olla y por tanto el agua también.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Joseph Black escribió que si se colocaban en un cuarto diferentes materiales como metal, piedras, madera, corcho, agua, etc., al principio todos estarían a diferentes temperaturas, pero al pasar algunas horas todos tendrían la misma temperatura. Describe los inconvenientes con que se pudo encontrar al realizar una experiencia como esta. Repite una experiencia similar en la casa.
2. Introduce la mano en una cubeta con agua helada por cierto tiempo. Luego saca e introduce la misma, de inmediato, en una con agua tibia. Describe lo que sientes y llega a conclusiones.
3. Con fiebre alta se aplican compresas o baños de agua fría. También se aplican compresas de alcohol. Justifica por qué y explica qué compresas son más eficientes. Investiga qué valor de temperatura debe tener el agua con la que se bañe al enfermo si el mismo tiene 39 °C de temperatura.
4. Cuando un líquido en contacto con la piel se evapora rápidamente, se siente una sensación de frío. Explica el por qué de esta aseveración.

5.3 La cantidad de calor transmitida entre los cuerpos

La energía que se le transmite a una masa de agua eleva su temperatura. La dependencia entre las magnitudes es: $Q = m \Delta T$, ΔT variación de temperatura, m masa de agua y Q la energía transmitida. Al transmitir iguales cantidades de energía a idénticas masas de agua y aceite vegetal, la temperatura del aceite se eleva casi el doble que la del agua. Para cualquier tipo de sustancia la ecuación es: $Q = cm \Delta T$, c es calor específico, que depende de la sustancia. El calor específico es la magnitud que caracteriza la propiedad de las sustancias de variar su temperatura en mayor o menor grado al transmitir la energía en forma de calentamiento. El calor específico se expresa en kcal/kg°C, la masa en kg, la temperatura en °C y la cantidad de calor en kcal.

Existe una equivalencia entre caloría y joule (equivalente mecánico del calor). Si se taladra una pieza de metal se realiza trabajo sobre ella y el taladro

y la pieza se calientan, de tal manera que existe una relación entre trabajo y calor. Esto lo estudió el conde de Rumford y James Joule. El último encontró la equivalencia: $1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$.

Lo explicado para el agua es aplicado para el calor transmitido desde el cuerpo humano al aire. Sin embargo, para determinar la masa del aire debe tenerse al mismo en una habitación sellada, para evitar que salga o entre y no varíe la masa del mismo.

Es de destacar que los primeros trabajos de James Prescott Joule se relacionaron con la electricidad. Con sus experimentos verifica que al fluir una corriente eléctrica a través de un conductor, este experimenta un incremento de temperatura; a partir de ahí dedujo que si la fuente de energía eléctrica es una pila electroquímica, la energía habría de proceder de la transformación llevada a cabo por las reacciones químicas, que la convertirían en energía eléctrica y de esta se transformaría en calor. Si en el circuito se introduce un nuevo elemento, el motor eléctrico, se origina energía mecánica. Ello le lleva a enunciar el principio de conservación de la energía. A él se le considera como fundador experimental de la teoría mecánica del calor y determinó los equivalentes mecánico y eléctrico de la caloría. La unidad de energía lleva su nombre.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Para elevar un grado centígrado la temperatura de un kilogramo de masa corporal humana, es necesario suministrar 0,83 kcal. El calor específico medio del cuerpo humano es de $0,83 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$. Calcula la cantidad de calor que habría que administrarle a un hombre de 70 kg para elevar su temperatura en 1°C .
2. Investiga si los procesos de respiración, combustión y fotosíntesis son reacciones químicas endotérmicas o exotérmicas.
3. Planifica una experiencia para determinar si una hornilla eléctrica, de queroseno o gas transmitirá mayor cantidad de energía al agua de un recipiente.
4. Realiza un resumen sobre los principales aportes de John Dalton a la ciencia, que aparecen en la enciclopedia *Encarta*.

5.4 La energía cinética y la energía potencial gravitatoria de los cuerpos

La energía cinética se asocia al movimiento de los cuerpos como un todo, de las partes y a sus partículas componentes. Al caminar se tiene energía cinética y al moverse, el aire la posee también. Las partículas que conforman los cuerpos están en continuo movimiento, poseen energía cinética y esta tiene una relación directa con la temperatura. En todo cambio está presente la energía. Es común decir “no tengo energía hoy para trabajar”, y en efecto, en el organismo humano existe energía, la cual proviene de los alimentos que se ingieren y que luego adquiere diferentes formas como: energía cinética, potencial, química, eléctrica, etcétera. Para que ocurra cualquier cambio en el organismo tiene que estar presente la energía. Esto ocurre en la naturaleza, cualquier cambio que en ella ocurra está asociado con el concepto de *energía*, que *caracteri-*

za la capacidad de los sistemas para cambiar las propiedades de otros sistemas, o las suyas propias. A mayor cambio producido, mayor la energía puesta en juego.

Sobre la energía cinética, llamada fuerza viva en el siglo XVII y XVIII, Thompson y Tait escribieron en 1867 que la misma, para un cuerpo en movimiento, era proporcional a su masa y al cuadrado de su velocidad. De manera general la energía cinética de los cuerpos depende de su velocidad como un todo o de sus partículas componentes y de su masa. La expresión es: $E_c = \frac{1}{2} mv^2$, m (kg) es la masa y v (m/s) es la velocidad y la energía cinética (E_c) se expresa en joule (J). Para un hombre de 70 kg de masa que camina a una velocidad de 1 m/s se tiene que la energía cinética es de 35 J. También bajo esta expresión puede calcularse la energía cinética del flujo sanguíneo siendo m la masa de sangre bombeada por el corazón y v la velocidad que adquiere la misma.

Para las moléculas contenidas en un litro de aire, en condiciones normales, la energía cinética es de 170 J. De acuerdo a la expresión la energía cinética para una sola molécula o átomo, de acuerdo al valor de su masa, no es muy grande, pero en un litro de aire atmosférico existen miles de ellas y la energía cinética total de todas juntas sí tiene un valor considerable. Es por esta razón que a la hora de trabajar con las magnitudes que pueden caracterizar al aire como un gas o a cualquier otro tipo de gas esto se hace tomando en consideración a todas las partículas en su conjunto, ya que no tiene sentido hablar de la presión que ejerce una molécula, de la temperatura que tiene una molécula o del volumen que ocupa una molécula. Debido a que los valores se tornan despreciables al realizar cualquier estudio, es que se habla de la presión que ejerce el gas, la temperatura del gas, el volumen del gas, de la energía cinética del gas, etcétera.

Además, en el seno de un gas el movimiento de las partículas es desordenado y caótico, es decir, las moléculas se mueven en todas las direcciones y tienen velocidades diferentes. Después de cada choque con otras moléculas, la magnitud de la velocidad de la molécula dada debe variar, con la particularidad de que con igual probabilidad puede aumentar, como disminuir. Entre un choque y otro, el movimiento se considera rectilíneo, con valor de velocidad constante (movimiento de traslación). Al hablar de la velocidad de traslación con la que se movería cualquier partícula dentro del gas, se tendría que hablar de la velocidad promedio de la misma y así sucedería igual al hablar de la velocidad de traslación con la que se movería un gas en su conjunto. Lo que realmente tiene significado no es la velocidad de una partícula, sino la velocidad media de la misma, al igual que la velocidad media con que se movería un gas en su conjunto.

Medir directamente la velocidad o velocidades de las partículas que conforman un gas, el número de ellas o sus energías es imposible. Se puede medir para un gas su presión, su volumen y su temperatura. De esta forma hay dos puntos de vista a la hora de analizar un gas: uno microscópico (velocidad, energía, número de partículas) y uno macroscópico (presión, volumen, temperatura). Ambos puntos de vista son compatibles entre sí. Por ejemplo, la temperatura de un gas está relacionada con la energía cinética media de traslación de las moléculas: $E_c = 2,07 \cdot 10^{-23} T$, en donde la energía cinética se da en Joule (J) y la temperatura en grados Kelvin (K). Normalmente se da la temperatura en grados Celsius, pero puede ser dada en grados Kelvin o en grados Fahrenheit. La conversión de unos grados a otros puede hacerse de la siguiente manera: T (en grados Kelvin) = t (en grados Celsius) + 273,15 y t (en grados Celsius) = $5/9 (tf - 32)$, en donde tf es la temperatura en grados Fahrenheit.

Existen sistemas con energía que no producen cambios: alimentos sin ingerir, combustibles sin utilizar, etc. También hay situaciones en que un objeto está en reposo respecto a otro y, a partir de determinado momento, uno de ellos, o los dos, adquieren velocidad, poniendo así de manifiesto que poseían energía o capacidad para producir cambios. El caso más común es el de un cuerpo sostenido a cierta altura sobre el suelo, al soltarlo adquiere velocidad, e incluso se produce otras modificaciones, en el aire que lo circunda, en sí mismo y en el cuerpo con el que choca. *Esta forma de energía, que tiene su origen en las fuerzas ejercidas entre dos o más objetos, se llama energía potencial (E_p). Depende de las fuerzas entre los cuerpos y sus separaciones.*

Los átomos y moléculas que constituyen los cuerpos están en constante movimiento y se atraen entre sí. Por eso, además de energía cinética, tienen energía potencial. Entre protones y neutrones que integran los núcleos de los átomos se ejercen fuerzas de atracción; ellos también poseen energía de interacción. Son partes de esas energías las que se ponen en juego al “quemar” los combustibles. Los cuerpos como un todo pueden tener energía cinética y de interacción y también energía asociada a las moléculas y átomos que los constituyen. Para diferenciar la energía del cuerpo como un todo de la que poseen sus moléculas y átomos, a esta última se le denomina energía interna. Un ejemplo de energía potencial es la que existe entre la Tierra y un cuerpo cerca de su superficie, la cual se calcula por: $E_p = mgh$, m (kg) la masa del cuerpo, g (m/s^2) la intensidad de la gravedad y h (m) la altura del cuerpo sobre la superficie de la Tierra, mientras mg representa la fuerza entre el cuerpo y la Tierra. La energía en Joule (J).

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. El valor de la masa para el átomo de hidrógeno del aire es de $3,3 \cdot 10^{-27}$ kg. Investiga cuán grande o cuán pequeño puede ser este valor.
2. La mayoría de las moléculas del oxígeno del aire se mueven con velocidades cercanas a 0,4 km/s. Compara esta velocidad con la de las moléculas de hidrógeno y explica el porqué de la diferencia.
3. Investiga cómo calcular la media de un conjunto de datos cualquiera.
4. Diseña una experiencia para calcular la energía cinética de una persona respecto al suelo.

5.5 Transformación y conservación de la energía

El principio de conservación de la energía apareció en un trabajo publicado en 1842. El autor era un médico alemán, Julios Robert Mayer (1814-1878) y el trabajo, “Comentarios sobre las fuerzas de naturaleza inorgánica”. Él utiliza la palabra fuerza en vez de energía. Después de referirse a la conservación de la energía, escribe que hay muchos casos en que el movimiento cesa sin haber causado otro movimiento o el levantamiento de un peso; pero que una energía en existencia no puede ser aniquilada, puede solo cambiar su forma y se cuestiona qué otras formas es capaz de tomar la energía cinética y la potencial gravitatoria.

Lo planteado por Mayer se ejemplifica de la siguiente manera. Al lanzar una pelota hacia arriba, pierde velocidad, hasta hacerse cero al alcanzar la altura máxima. En ese instante, su energía cinética desaparece; pero aparece como energía potencial gravitatoria de la Tierra y la pelota. Al caer la pelota la energía potencial desaparece y aparece en forma de energía cinética. Si la pelota es de goma y se deja caer, luego de repetidos choques, queda en reposo. Esta vez, ambas energías desaparecen por completo. Durante el descenso y ascenso, la pelota desplaza aire, comunicándole movimiento. Cada vez que choca con el suelo, se comprime y se dilata. Al hacerlo con las manos repetidas veces, se nota que la temperatura de la pelota se eleva, por lo que al chocar con el suelo, su temperatura también lo hace. Ello significa que la energía cinética total de las moléculas que forman la pelota, aumenta. De este modo, una parte de la energía desaparecida, reaparece, como energía cinética del aire a través del cual se mueve la pelota, y de las moléculas de esta. El ejemplo ilustra transformaciones de energía y transmisión de parte de ella a otros cuerpos, por lo que la energía cambia de forma, se transmite de unos sistemas a otros, sin desaparecer. Lo anterior es parte del contenido de la ley de transformación y conservación de la energía.

La energía es lo que impulsa; es capacidad para efectuar trabajo. Afecta del modo más íntimo a los hombres que pueblan la Tierra, ella es la quinta esencia de todo lo real; es permanente, cualesquiera que sean las circunstancias; algo que no se puede suprimir o aumentar, no puede crearse ni destruirse espontáneamente.

En 1843, Joule, sin conocer los trabajos de Mayer, publica los suyos acerca del trabajo y el calor, enunciando la ley de conservación de la energía. Se destaca además que en 1872 se publicó la obra póstuma *Reflexiones* del ingeniero francés Sadi Carnot (1796-1832). Con ella él había llegado al principio de conservación de la energía antes que todos los demás, pero no se le reconoció. Los cinco hombres primeros en captar el principio eran jóvenes y no físicos al hacer sus aportes. Julios Robert von Mayer, doctor de 28 años; Hermann von Helmholtz (1821-1894) fisiólogo, de 32 años; L. A. Colding (1815-1888) ingeniero, de 27 años; James Prescott Joule (1818-1889) industrial de 25 años; y Carnot ingeniero de 34 años.

Sobre Julios Robert von Mayer puede decirse además, que siempre mostró interés hacia los mecanismos mecánicos y realizó varios experimentos físicos y químicos. Su trabajo más conocido es el enunciado de la ley de conservación de la energía en 1841. En 1842, describió el proceso químico de oxidación, siendo este fuente de energía para los organismos vivos. También propuso que las plantas convierten luz en energía química. Mayer siempre estuvo interesado en el área del calor y su propagación. Alrededor de esto presentó un valor numérico del equivalente mecánico del calor.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. En una conferencia dada por Joule en Manchester en 1847 puede leerse que el movimiento del viento se debía a la diferencia de temperatura entre la zona cálida y fría del planeta, que este viento producía las olas del mar que empujaban los barcos, que agitaban los árboles. Que las olas, los barcos y los árboles, en su movimiento, generaban calor por su interacción con el medio resistente que les rodeaba y que por ello disminuía la energía inicial del viento. Pero que, el calor restituído, podía nuevamente producir nuevas

corrientes de aire y así los fenómenos pueden ser repetidos sin fin. Explica a qué ley se refirió Joule en este comentario.

2. Mayer estudió física para poder explicar fenómenos como el de la diferencia de color en la sangre venosa de los hombres, más roja en las zonas cálidas que en las templadas. Este descubrimiento lo hace durante una travesía en barco, en el cual hubiera permanecido toda su vida porque en él podía estudiar mejor que en medio de la vida agitada de la ciudad. Valora la actitud de Mayer como hombre de ciencia.

5.6 La relación entre el trabajo y la energía

Algunos nombres para designar conceptos físicos se toman del lenguaje cotidiano: "fuerza", "trabajo", "energía", lo que ha traído a la ciencia incomprendimientos y confusiones. El siglo XVII y XVIII contienen polémicas sobre la definición correcta de fuerza. Huygens y Newton sostenían que la fuerza era medida en términos de cambio de la cantidad de movimiento. Para Leibniz la fuerza se relacionaba con lo que luego se llamaría energía cinética. La confusión parte de que los científicos usaban el mismo nombre para diferentes conceptos. Hasta mediados del siglo XIX, prevaleció confusión entre los términos fuerza y energía.

Respecto al concepto de trabajo se presenta la confusión de una sola palabra para designar el trabajo cotidiano y el trabajo en física. Históricamente el trabajo estuvo vinculado con la utilización de energía y la aplicación de fuerzas.

Trabajo es el proceso en el cual se transforma y transmite energía mediante la aplicación de fuerzas.

Para la realización de trabajo se requiere que los puntos donde están aplicadas las fuerzas se desplacen. Mientras mayor sea la fuerza y el desplazamiento, mayor la energía transformada o transmitida y el trabajo realizado. Los científicos determinan el trabajo, empleando la ecuación: $W = F \cdot d$, W es trabajo, F módulo de la fuerza aplicada y d , módulo del desplazamiento de su punto de aplicación. La unidad de trabajo y energía es el Joule (J).

Al realizarse el trabajo en la unidad de tiempo, se está en presencia de la magnitud potencia, esta magnitud se da en la unidad de Watt (W). Potencia se calcula como: $P = W/t$.

Cuando se realiza ejercicio físico con pesas, los músculos en acción se contraen y se realiza trabajo, hay energía transferida desde los músculos hacia el peso que se levanta; energía que proviene de las reacciones químicas en las células musculares. La fórmula para calcular dicho trabajo es la anterior vista, en donde F es el peso que se levanta y d la distancia recorrida contra ese peso. Durante la realización de estos ejercicios aumenta la potencia del latido del corazón, que no es más que la cantidad de energía que el corazón convierte en trabajo durante cada latido al bombear sangre a las arterias.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Al estar asustados o realizando ejercicios físicos, los latidos del corazón aumentan. Investiga qué tipo de energía utiliza el músculo cardíaco para hacer el trabajo de contracción y de dónde puede provenir la misma.

Durante la contracción muscular hay transformación de un tipo de energía en otra. Determina estas energías.

2. Para aumentar o disminuir la fuerza aplicada y variar su dirección, el hombre se ha valido de las "máquinas simples": palanca, plano inclinado, polea. Busca ejemplos de utilización de estos dispositivos e investiga qué partes del organismo humano actúan como palancas.
3. Diseña una experiencia que permita estimar la potencia de una hornilla eléctrica.

5.7 El planeta Tierra y los procesos energéticos

La energía está en todo el universo, en especial en el planeta Tierra, que se divide en esferas: hidrosfera, biosfera y litosfera. Parte de ellas conforman la envoltura geográfica, en constante movimiento porque en ella ocurren procesos geográficos, químicos, físicos y biológicos determinados por fuentes de energía como: radiación solar, cósmicas, calor interno de la tierra, tecnógena, etc. Durante la evolución del planeta se formó una atmósfera, lo cual fue esencial para que aparecieran formas de vida, desde organismos menos desarrollados hasta el hombre actual. Debido a la atmósfera (aire) los organismos respiran y así obtienen la energía para realizar sus funciones vitales, también por ella los organismos se protegen de las radiaciones dañinas procedentes del Sol.

Parte de las radiaciones se reflejan en la atmósfera y otra es absorbida por el aire, las tierras y las aguas. Las últimas absorben el calor y luego le devuelven parte al aire, por lo cual la troposfera se calienta de abajo hacia arriba. El aumento de temperatura del aire se siente sobre la piel y se mide con un termómetro. La temperatura de los cuerpos depende de la velocidad del movimiento de las partículas que lo componen (átomos y moléculas). A dicho movimiento se le llama térmico. A menor temperatura, menor movimiento térmico, sin embargo no cesa ni a las temperaturas más bajas, al aumentar la temperatura ocurre lo inverso. Por su parte las aguas y las tierras no absorben de la misma forma la energía calorífica del Sol. Las tierras se calientan y enfrían rápido, las aguas lo hacen lento, por eso, durante la noche, las grandes masas de agua aún conservan parte del calor, por el contrario, las tierras alcanzan temperaturas más bajas. Durante el día sucede a la inversa. Como consecuencia del movimiento de rotación de la Tierra está la sucesión de días y noches, por ello cuando en un lugar de la superficie se recibe la insolación, su temperatura es más elevada que por la noche, en otro lugar de la misma. La radiación solar varía con la latitud geográfica, en bajas latitudes la insolación es mayor, porque en esa zona los rayos inciden casi perpendicularmente, y al abarcar menos áreas ocasionan temperaturas más elevadas que en las zonas polares, donde los rayos solares llegan con mucha inclinación y el área a influir es mayor, lo que origina temperaturas bajas.

TAREA DE APRENDIZAJE

Imagina al planeta Tierra en ausencia del Sol. Describe esta situación.

5.8 La radiación como forma de propagación del calor. Las radiaciones solares

La radiación solar y demás tipos se definen como forma de propagación del calor. *En la radiación el calor puede propagarse de un cuerpo a otro sin necesidad de que entre ellos medien sustancias.* Un ejemplo es la propagación del calor del Sol a la Tierra, a través del espacio, en el cual apenas hay porciones de sustancia.

Todos los cuerpos emiten y absorben radiaciones. A más alta la temperatura del cuerpo, mayor cantidad de energía emitida. La facilidad de un cuerpo para absorber o emitir radiación depende de ciertas características. A más pulimentada la superficie de un cuerpo metálico, menos absorbe y emite radiación. Un cuerpo de superficie plateada absorbe y emite radiación peor que otro con la superficie cubierta con negro de humo.

A temperatura ambiente y de cientos de grados Celsius, la radiación es no visible, pero con la elevación de la temperatura los cuerpos emiten no solo radiación invisible, sino también visible. El Sol se encuentra a altas temperaturas, por lo que emite radiaciones visibles (colores) y radiaciones invisibles (infrarrojas y ultravioletas). Estas radiaciones son ondas electromagnéticas que viajan a 300 000 km/s. Las radiaciones infrarrojas son generadas por átomos y moléculas en movimiento térmico y tienen como efecto elevar la temperatura. Las ultravioletas y los rayos x se deben a los electrones de las capas más internas de los átomos. Las gammas se originan en procesos que ocurren en los núcleos de los átomos. Existen además las radiaciones utilizadas en las comunicaciones (ondas de radio, televisión y microondas).

Una persona desnuda en una habitación pierde casi un 15 % por radiación del 60 % de la pérdida total de calor. La pérdida de calor por radiación significa pérdida en forma de rayos infrarrojos. El cuerpo humano irradia rayos de calor en todas las direcciones, los que también se irradian desde paredes y otros objetos hacia el cuerpo. Si la temperatura del cuerpo es mayor que la del entorno, irradia más cantidad de calor de la que recibe.

TAREA DE APRENDIZAJE

Los rayos x se conocen por su uso en la medicina. Busca ejemplos de su aplicación en la misma.

5.9 Las radiaciones, beneficios y perjuicios para la salud

Los rayos solares ejercen acción beneficiosa sobre la piel y el organismo. Exponerse mucho provoca quemaduras de primer grado, que producen enrojecimiento en la piel, fundamentalmente a causa de una larga exposición al Sol; de segundo grado, en las que se forman ampollas, fundamentalmente por efectos del fuego que afectan la epidermis y la dermis, y las de tercer grado, que pueden provocar la destrucción de la piel, de músculos y hasta de

huesos. De acuerdo al grado de la quemadura es el tratamiento. Hoy se emplea en los quemados el factor de crecimiento epidérmico que acelera la cicatrización.

También es conocido que las radiaciones, como los rayos x, gamma, radiaciones de partículas procedentes de sustancias radiactivas, e incluso la luz ultravioleta, predisponen al cáncer. Sin embargo, los rayos x actúan sobre la cromatina nuclear de las células, disminuyendo su actividad y llegan a destruirla, sin por ello modificar de manera apreciable al citoplasma. Esta propiedad radiosensible, se usa en tratamientos contra el cáncer. Las radiaciones infrarrojas se aplican en tratamientos de fisioterapia a pacientes que sufren de inflamaciones en los tejidos. Las radiaciones procedentes de elementos radiactivos (cobalto) se utilizan en la lucha contra el cáncer.

TAREA DE APRENDIZAJE

Investiga cómo las personas se protegen de las radiaciones que le causan perjuicio para la salud.

5.10 La conducción como forma de propagación del calor

En la conducción se transmite energía de unas partículas a otras. Al sujetar por un extremo una varilla de metal y aplicar sobre el otro lado la acción de una llama, al transcurrir el tiempo, se siente lo caliente que se torna la misma.

La acción de la llama aumenta la energía cinética de las partículas de un extremo de la varilla, la que se transmite de unas partículas a otras, a lo largo de toda la varilla. *Durante la conducción del calor no se traslada sustancia de un cuerpo a otro o de una parte a otra del mismo; lo que se transmite es la energía del movimiento de las partículas.* Existen buenos (metales) y malos conductores del calor (madera, plásticos, aire y agua).

En el caso de las plantas, los animales y el ser humano, parte del calor se pierde por conducción al estarse en contacto con el aire y estos le transmiten el calor a él directamente. Solo se pierden cantidades mínimas de calor corporal mediante conducción directa desde la superficie del cuerpo a otros objetos, como una cama. La pérdida de calor por conducción al aire representa una proporción grande de la pérdida del calor corporal, aproximadamente el 15 %. Como el calor es energía cinética de movimiento molecular y las moléculas de la piel sufren un movimiento vibratorio, una gran parte de la energía de este movimiento se puede transferir al aire si este está más frío que la piel, aumentando así la velocidad de movimiento de las moléculas de aire. Una vez que la temperatura del aire adyacente a la piel se iguala a la temperatura de la piel, no se produce una pérdida adicional de calor porque ahora se conduce una cantidad igual de calor hacia el cuerpo. Por tanto, la conducción del calor desde el cuerpo al aire es autolimitada, salvo que el aire calentado se aleje de la piel, de forma que se ponga en contacto con la piel de forma continua, aire no calentado (convección).

TAREA DE APRENDIZAJE

Da razones que expliquen cómo se logra evitar el escape de calor en un termo.

5.11 La convección como forma de propagación del calor. Circulación del aire

Una de las leyes de la envoltura geográfica es la referida a los procesos circulatorios. Uno de ellos es la circulación térmica del aire, que radica en la diferente insolación que recibe la Tierra y que varía desde el Ecuador hasta los polos. Debido a ella existe más calor en las zonas próximas del Ecuador, por lo que el aire es más cálido en él y más frío cuanto más se acerque a las zonas polares. Este calentamiento de aire produce un fenómeno de convección, es decir, un trasvase de aire cálido (sustancia menos densa) que se eleva y de aire frío (sustancia más densa) que desciende. Así se explican los vientos y las brisas marinas y terrales. La circulación de las corrientes marinas ocurre también por el mismo fenómeno, ya que la diferencia de temperatura entre dos puntos de la superficie de la Tierra, determina una corriente de agua fría por debajo y una de agua caliente por encima.

Fue Benjamín Franklin quien explicó por qué una tormenta se puede mover contra la dirección de su propio viento (fenómeno convectivo). Para ello pensó en una masa de aire moviéndose en una habitación y comprendió que una tormenta se desplazara en la misma forma. Él describe cómo el aire de una habitación está en reposo hasta que el fuego de la chimenea es encendido. Luego el aire en la chimenea se rarifica, se hace menos denso, por lo que sube y el aire próximo a la chimenea ocupa su puesto, moviéndose hacia la chimenea y así sucesivamente, el resto del aire, hasta la puerta. De la misma manera se producían las tormentas, por la diferencia de temperatura entre el aire en el Golfo de México y el aire cercano al Polo Norte geográfico. El aire del golfo, menos denso, subía y el aire frío del polo, más denso, descendía y así sucesivamente.

En líquidos y gases, la forma más importante de propagación del calor es la convección. Un caso común es el calentamiento del agua de un cubo, por parte de un calentador eléctrico. Las partículas del agua próxima al fondo del cubo reciben energía, aumentando la amplitud de su movimiento, el agua se dilata, se torna más ligera (menos densa) y asciende hacia la superficie; su lugar es ocupado por agua más fresca. A su vez, cuando esta agua se calienta, se dilata y asciende. Así, en el cubo se establece una corriente continua de agua: la caliente asciende y la menos caliente desciende. Estas corrientes son convectivas como las corrientes del aire en su circulación.

Como se ha podido ver *el fenómeno de la convección consiste en el movimiento de sustancia de una parte a otra de un líquido o gas debido a la diferencia de temperatura entre dichas partes*. Como dato interesante se agrega que la eliminación de calor del cuerpo humano por corrientes de aire de convección se denomina pérdida de calor por convección. Realmente, el calor se debe conducir primero al aire y después alejarse mediante corrientes de convección. Alrededor del cuerpo casi siempre se produce una pequeña cantidad de convección, debido a la tendencia del aire adyacente a la piel a elevarse a medida

que se calienta. Una persona desnuda sentada en una habitación sin movimiento de aire pierde un 15 % de su calor por conducción al aire y después por convección del aire fuera del cuerpo.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Determina en qué lugar de la casa debería colocarse un aire acondicionado.
2. Investiga por qué la temporada ciclónica en Cuba es entre junio y noviembre.
3. Investiga si Benjamín Franklin es el que se estudia en el Diferendo Cuba-Estados Unidos.
4. Explica cómo funciona el sistema de calefacción en los edificios de países fríos, el tiro de las chimeneas y el congelador en la parte superior del refrigerador.

5.12 Fenómenos de radiación, convección y conducción en el organismo humano

En el organismo humano mantener regulada la temperatura corporal es importante. Las glándulas sudoríparas contribuyen a ello al favorecer la salida de sustancias de excreción (sudor). La regulación se hace también ajustando el flujo de la sangre cerca de la superficie de la piel; además, la grasa acumulada en los tejidos adiposos debajo de la piel forma una capa aislante que reduce la pérdida de calor por el cuerpo. La mayoría del calor generado ocurre en los órganos abdominales, cerebro y células musculares cuando los músculos se contraen. El calor es llevado a todo el cuerpo por el sistema sanguíneo. Según Mayer, todo el calor que desprende el cuerpo humano es un resultado de la combustión del oxígeno en la sangre.

El calor se pierde por exposición del cuerpo al aire, debido a los fenómenos de conducción, convección y radiación. Este calor puede perderse por la evaporación del sudor sobre la piel y del vapor de agua que sale de los pulmones. Además, el aire frío inhalado que llega a los pulmones, los alimentos y bebidas frías que llegan al estómago absorben calor del cuerpo y le hacen perder el mismo. El calor puede ser ganado del medio circundante. El calor directo del Sol puede absorberse por el cuerpo si la temperatura del aire está por encima de los 37 °C. Alimentos y bebidas calientes también agregan calor al cuerpo. La piel es importante en mantener un balance entre el calor ganado y perdido. En los humanos, este balance mantiene la temperatura alrededor de los 36 °C. No todas las partes del cuerpo están a la misma temperatura, la de la piel es más baja que la del hígado y la de los pies y las manos más bajas que la del abdomen.

Mientras que la temperatura de la piel sea mayor que la del entorno, el calor se puede perder por radiación y conducción. Cuando la temperatura del entorno es mayor que la de la piel, en lugar de perderse calor, el cuerpo lo gana por radiación y conducción. En estas condiciones, el único medio por el que el cuerpo puede librarse del calor es la evaporación. Cualquier causa que

evite una evaporación cuando la temperatura circundante sea mayor que la de la piel hará que la temperatura del cuerpo se eleve. Esto ocurre en seres humanos que nacen con una ausencia congénita de glándulas sudoríparas. Estas personas aguantan temperaturas frías igual que las demás, pero es probable que mueran de golpe de calor en zonas tropicales, porque sin el sistema de refrigeración mediante la evaporación, no pueden evitar un aumento de la temperatura corporal cuando la temperatura del aire esté por encima de la del cuerpo.

Cuando el cuerpo está cubierto por la ropa, esta atrapa el aire que está junto a la piel y en el tejido de la ropa, aumentando el espesor de la llamada zona privada de aire adyacente a la piel, disminuyendo el flujo de corrientes de aire de convección. En consecuencia, la pérdida del calor del cuerpo por conducción y convección se reduce. La ropa reduce la pérdida de calor a aproximadamente la mitad de la de un cuerpo desnudo. Alrededor de la mitad del calor transmitido desde la piel a la ropa se irradia a la ropa en lugar de conducirse a través del pequeño espacio intermedio. La eficacia de la ropa para mantener la temperatura corporal se pierde al humedecerse. La conductividad del agua aumenta la transmisión de calor a través de la ropa unas 20 veces.

En ocasiones el cuerpo se pone caliente. El ejercicio físico, enfermedades o la exposición al Sol pueden hacer que esto ocurra. En estos casos el cuerpo gana o produce calor más rápido de lo que se pierde, por lo que los vasos sanguíneos en la piel se ensanchan y más sangre viene cerca de la superficie de la piel y así pierde más calor y enfría al cuerpo. También más sudor sale fuera, el cual es evaporado llevándose así el líquido y el calor que había en él, lo cual ayuda a enfriar al cuerpo. Por el contrario, el cuerpo podría estar demasiado frío, lo cual ocurre si la alimentación es pobre o si no se lleva puesta la ropa adecuada, sobre todo en invierno. En estos casos el cuerpo pierde calor más rápido de lo que es producido y los vasos sanguíneos de la piel se estrechan y menos sangre viene cerca de la superficie para evitar la pérdida de calor; lo anterior hace que la piel se ponga ceniza. Otro mecanismo para evitar la pérdida del calor es que la producción del sudor se detiene para que el calor no se pierda por evaporación.

Para terminar, solo se destaca que existe un grupo de procedimientos y técnicas destinadas a aplicar calor con fines terapéuticos. Los procedimientos de aplicación podrán ser por conducción, por convección o por radiación. Dentro de los mismos están las cubiertas de parafina, el hidromasaje, las lámparas infrarrojas, el láser, entre otras.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Averigua con un fisioterapeuta qué efectos fisiológicos y qué formas de transmisión del calor se ponen de manifiesto en la cubierta de parafina, hidromasaje, lámparas infrarrojas y el láser.
2. Cuando hace frío los dientes pueden resonar. Investiga por qué ocurre lo anterior.
3. Haz un listado de lo que se puede hacer para combatir el frío y el calor. Deben aparecer lo que hace el organismo por sí solo y lo que puede hacer la persona por ella misma.

5.13 Recursos energéticos en el mundo y en Cuba

A las fuentes de energía renovables y no renovables se les denomina recursos energéticos. Fuente de energía renovable es la que se obtiene de fuentes naturales inagotables y son capaces de regenerarse.

La oscilación de los precios del petróleo en el mercado mundial fundamenta la prioridad otorgada por Cuba a usar fuentes de energía renovables. Las más utilizadas son: biomasa cañera, eólica e hidráulica, aunque se estudia el emplear en mayor escala la solar térmica y la solar fotovoltaica. Cuba, en el 2008, aumentó en más de 11 megawatts su capacidad de generación eléctrica a partir de energías renovables. El país tiene en la industria azucarera un enorme potencial para generar más electricidad a partir del aprovechamiento masivo de la paja, el cogollo y el bagazo, en conjunto con las más de 200 presas distribuidas por todas las provincias. También hoy hay más de ocho mil sistemas fotovoltaicos en comunidades apartadas, por lo que todas las escuelas ubicadas en sitios intrincados disponen de televisor, vídeo y computadora, módulos solares fabricados en Cuba. En la isla de Turiguanó, al norte de Ciego de Ávila, está el primer Parque Eólico Demostrativo del país, con una potencia instalada de 0,45 MW.

Dentro de las *fuentes de energía renovables* están el Sol, el viento, los ríos y las corrientes de agua dulce, los mares y los océanos, el calor de la Tierra, las olas, la llegada de masas de agua dulce a masas de agua salada (fuentes no contaminantes). Las contaminantes se obtienen de la materia orgánica o biomasa, y se utilizan como combustible (madera), bien convertida en bioetanol o biogás mediante procesos de fermentación orgánica o en biodiesel.

Las energías de fuentes renovables contaminantes están dentro de las energías renovables porque pueden cultivarse. También se consideran más limpias que las del petróleo o gas, porque el dióxido de carbono emitido en la combustión ha sido ya absorbido al transformarse en materia orgánica mediante fotosíntesis. Hoy las energías renovables son una realidad, no una alternativa.

La energía hidráulica se obtiene de la energía potencial de los saltos de agua, la que puede transformarse en energía eléctrica. Las centrales hidroeléctricas aprovechan la energía de los ríos para hacer funcionar las turbinas que mueven un generador eléctrico.

La formación de biomasa a partir de la energía solar se lleva a cabo por el proceso de fotosíntesis. Mediante la fotosíntesis, las plantas transforman el dióxido de carbono y el agua de productos minerales sin valor energético, en materiales orgánicos con alto contenido energético y a su vez sirven de alimento a otros seres vivos. La biomasa mediante estos procesos almacena la energía solar en forma de carbono. La energía almacenada en el proceso fotosintético puede transformarse en energía térmica, eléctrica o carburantes de origen vegetal, liberando el dióxido de carbono almacenado.

La radiación solar, difusa o directa, puede transformarse en energía térmica o eléctrica utilizando paneles solares. Mayer consideraba al Sol como la fuente de energía capaz de mantener el movimiento de todas las actividades en el planeta. Parte de esa energía, acumulada en las plantas que le servían de alimento al género humano.

La energía eólica se obtiene por la fuerza del viento y es aprovechada para mover los barcos impulsados por velas o hacer funcionar la maquinaria de los molinos.

La energía geotérmica se obtiene del calor interno de la Tierra que llega a la corteza terrestre. Las aguas subterráneas pueden alcanzar temperaturas de ebullición y sirven para accionar turbinas eléctricas o para calentar.

La energía mareomotriz se debe a las fuerzas gravitatorias entre la Luna, la Tierra y el Sol, que originan las mareas, es decir, la diferencia de altura media de los mares según la posición relativa entre estos tres astros. Esta diferencia de alturas se aprovecha en golfos y bahías utilizando turbinas hidráulicas que se interponen en el movimiento natural de las aguas, junto con mecanismos de canalización y depósito, para obtener movimiento en un eje. Mediante su acoplamiento a un alternador se utiliza el sistema para generar electricidad. Otra forma de extraer energía del mar es la energía undimotriz (energía producida por movimientos de las olas).

Por otra parte, las *fuentes de energía no renovables* son aquellas cuyas reservas se agotan con el uso. Las principales son la energía nuclear y los combustibles fósiles. Los últimos son acumulaciones de seres vivos que se fosilizaron formando carbón o hidrocarburos. En el caso del carbón se trata de bosques de zonas pantanosas, y en el caso del petróleo y el gas natural de grandes masas de plancton marino acumuladas en el fondo del mar. En ambos casos la materia orgánica se descompuso por falta de oxígeno y acción de la temperatura, presión y bacterias de forma que quedaron almacenadas moléculas con enlaces de alta energía. Las áreas más importantes dentro de la distribución geográfica del carbón de piedra se localizan en los Apalaches, al este de los EE. UU.; Ruhr, en el centro de Alemania; Donbass, sur de Ucrania; Urales, en Rusia; Manchuria, al norte de China y en la Cordillera Australiana, al este de Australia. La producción del carbón está ligada al desarrollo de la industria pesada, por lo que alrededor de las minas se ubican centrales eléctricas, siderúrgicas, entre otras. Entre los principales productores se encuentra China, EE. UU., India, Australia y Rusia.

Las áreas petroleras más importantes se encuentran en el sur de América del Norte (EE. UU. y México); norte, este y oeste de América del Sur (Venezuela, Colombia, Brasil y Ecuador); Siberia occidental, Volga-Urales (Rusia); este del mar Caspio (Kazajstán); Golfo Pérsico Medio Oriente (Arabia Saudita, Irán, Iraq, Kuwait, etc.), norte de África (Argelia, Libia, Egipto); sur de Asia (Indonesia); Mar del Norte (Reino Unido y Noruega). La producción geográfica de los yacimientos de petróleo es muy dispersa y la producción ha ido en aumento. Las reservas más significativas corresponden al Golfo Pérsico. A nivel mundial los países miembros de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) abarcan el 76,1 % de las reservas mundiales, gran parte de los productores son países subdesarrollados.

Cuba utiliza el petróleo y hoy hay unos 70 grupos electrógenos que emplean diesel y *fuel oil*. Estos forman parte de la estrategia conocida como revolución energética y posibilitan la vitalidad del servicio en panaderías, hospitales y abastos de agua. Tiempo atrás Cuba intentó el uso de la energía nuclear, que se obtiene de la desintegración y liberación de la energía del núcleo atómico de elementos pesados como el uranio. Las centrales termonucleares aprovechan esta energía para producir electricidad.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. No todo es ventaja en las fuentes renovables. Enumera las desventajas.
2. Investiga las partes de un calentador solar y describe las funciones que realiza cada una de ellas.

5.14 Energía útil, eficiencia energética y ahorro de energía

En Cuba se cocinan los alimentos con hornillas eléctricas, cocinas de gas o queroseno, madera o carbón. El gas, el queroseno, la madera y el carbón poseen en su interior una energía potencial interna, y la energía que se obtiene de ellos se produce por el proceso de combustión. También hay combustión cuando se prende y se mantiene una vela encendida y cuando el petróleo es quemado en los motores de los carros; en este último caso la energía potencial interna se convierte en energía térmica producto de la combustión en el motor y luego la misma se convierte en energía cinética de movimiento del automóvil. Para que las cosas se quemen o el fuego se mantenga, se necesita oxígeno del aire. Las sustancias como el oxígeno se llaman comburentes.

Los combustibles más importantes son: carbón, petróleo (gasolina, queroseno, gas licuado de balón), la madera y el etanol. Otro combustible importante para el ser humano son los carbohidratos, que están dentro de los alimentos. Los carbohidratos son un tipo de alimento energético. Un gramo de carbohidratos puede reportar alrededor de 16 kJ de energía. Las grasas y aceites son otra fuente de energía, 1 g de grasa da 37 kJ de energía. Un gramo de proteína puede proveer 17 kJ de energía. De aquí que los seres vivos pueden ser considerados como transformadores de energía en base al consumo de otra forma de la energía. La energía más manifiesta en los seres vivos es en forma de calor, lo que es explicable al ser esta la forma que los físicos consideran más degenerada de la energía. El trabajo mecánico y otras formas de energía también se manifiestan, pero de manera menos ostensible.

Los alimentos poseen energía potencial en forma de energía química; esto es, una forma de la energía que se libera cuando el alimento sufre cambios químicos en el seno de los tejidos o de las células. La combinación de los alimentos con el oxígeno produce la respiración y libera dióxido de carbono, agua y energía. Esta respiración se denomina aeróbica. Las moléculas del alimento se combinan con el oxígeno. El proceso se llama oxidación y el alimento se oxida. Las moléculas del alimento contienen átomos de carbón, hidrógeno y oxígeno. El proceso de oxidación convierte al carbón en dióxido de carbono y al hidrógeno en agua y deja libre la energía que es usada por las células para llevar a cabo otras reacciones. La energía se usa para formar proteínas de los aminoácidos o hacer almidón desde la glucosa, también para conducir los impulsos eléctricos desde las células nerviosas que permite pensar y responder a estímulos como dolor y calor, también como energía mecánica en los músculos para el movimiento y el mantenimiento del trabajo de los músculos de la respiración y del corazón. Parte de la energía siempre aparece como calor.

En todos los casos parte de la energía se invierte en elevar la temperatura del aire o de otros cuerpos, se disipa. Al trabajar los músculos, se desarrolla

calor; una parte se cede al medio, el exceso de calor no entregado se almacena en el organismo, y provoca un aumento de la temperatura de este.

A mayor energía útil obtenida de la energía inicial, mayor la eficiencia energética, por ejemplo, de una máquina térmica. A mayor energía útil en comparación con la energía disipada, mayor eficiencia energética (eficiencia energética = energía útil/energía inicial). Además de la eficiencia energética se tiene a la potencia, que da la rapidez con que se transforma o transmite la energía en un intervalo de tiempo.

Al tomar en consideración que el empleo de los combustibles y la contaminación van en aumento, pues ahorrar energía es importante. Cuba se destaca por una revolución energética en todos los sectores para minimizar los efectos negativos.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. En la combustión se libera dióxido de carbono, de azufre y óxidos de nitrógeno a la atmósfera y pueden producirse el efecto invernadero y las lluvias ácidas. Investiga qué es el efecto invernadero, las lluvias ácidas y qué daños provocan.
2. Calcula el valor energético de una ración de 500 g de carbohidratos, 100 g de grasa y 100 g de proteína expresada como sustancia seca.
3. Investiga por qué se disipa calor como resultado de la actividad muscular.
4. Los seres vivos solo pueden utilizar la energía para el consumo interior en dos formas: radiante y química. Pon ejemplos de la utilización de estos dos tipos de energía.
5. Un hombre consume diariamente unas 3 000 kcal. Describe en qué se invierte dicha energía.
6. Indaga sobre la invención de la máquina de vapor, científicos involucrados y repercusión histórica.
7. Justifica por qué es imposible construir un dispositivo en constante movimiento.
8. Si el cuerpo pierde calor más rápido de lo que lo produce, su temperatura puede decrecer a menos de 34 °C. Investiga qué efectos podría causar esto en el ser humano y cómo se le llama a este decrecimiento.

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.

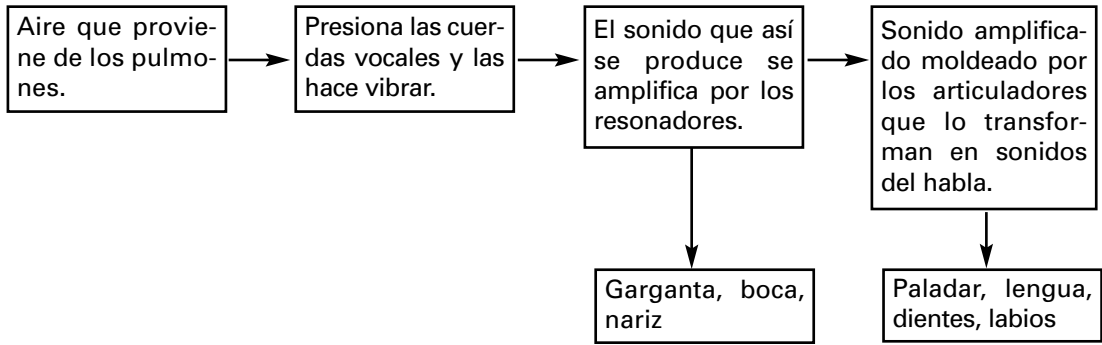
Las oscilaciones a las que el oído humano es sensible tienen frecuencias entre 20 Hz y 20 000 Hz y se les llama *sonido*. Las de frecuencias inferiores a 20 Hz se denominan *infrasonido* y las de frecuencias superiores a 20 000 Hz, *ultrasonido*. Ciertos animales perciben oscilaciones de frecuencias 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).

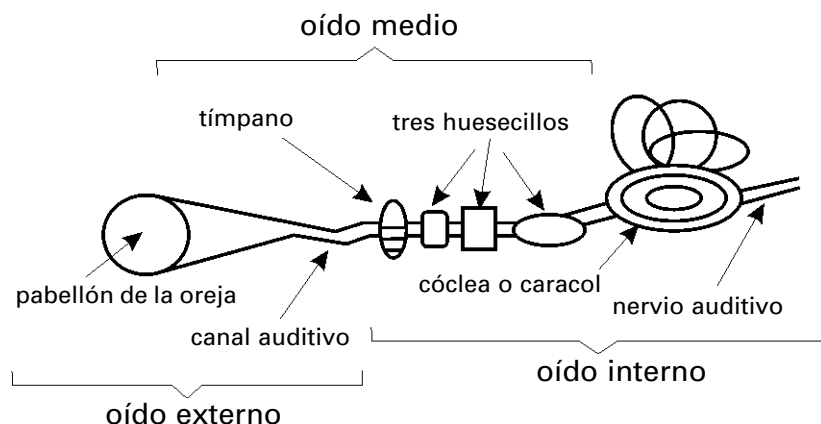


Fig. 6.1 Diagrama simplificado del oído humano.

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.

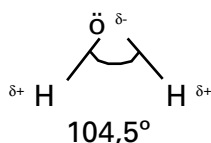
Como se puede apreciar, hay diferencias entre este enlace covalente y el que existe entre los átomos de las moléculas de las sustancias simples, conocido como enlace covalente apolar.

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

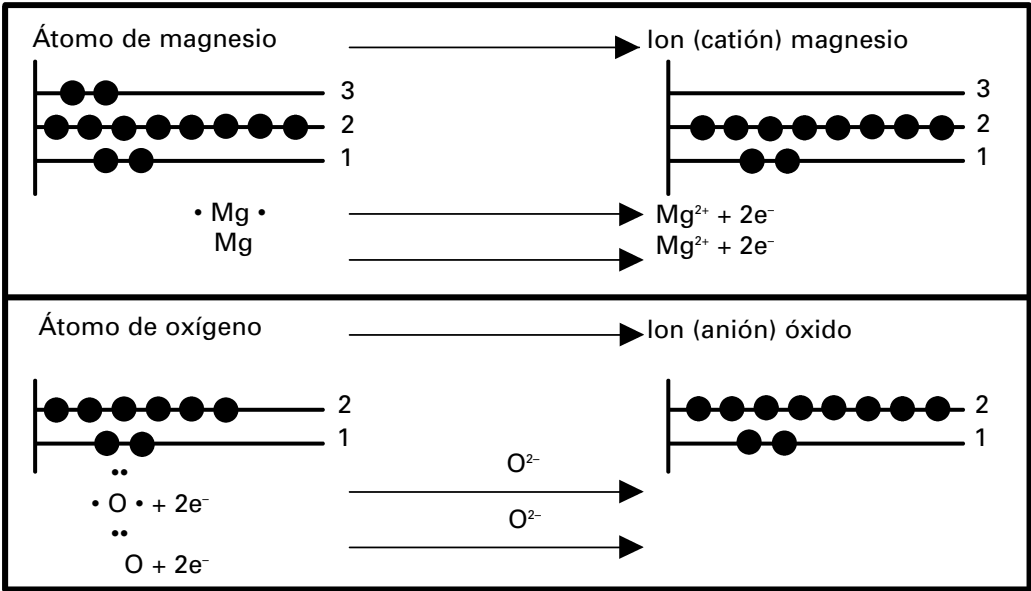
Muchos óxidos metálicos, como los formados por los elementos de los grupos I A y II A de la tabla periódica, poseen altas temperaturas de fusión. Esta propiedad permite predecir que estas sustancias no son moleculares, o sea, no forman moléculas. Este tipo de sustancias están formadas por otras partículas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

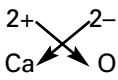
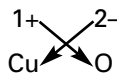
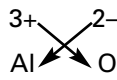
Fórmula química	Nombre
Na ₂ O	óxido de sodio
Al ₂ O ₃	óxido de aluminio
CuO	óxido de cobre (II)
Fe ₂ O ₃	óxido de hierro (III)

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.	$2 H_2(g) + O_2(g) = 2 H_2O(l)$

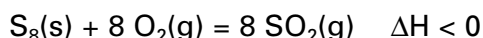
Al procedimiento de colocar coeficientes delante de las fórmulas de las sustancias, al escribir una ecuación química, de forma que sea igual el número de átomos de cada elemento en cada miembro, se le denomina ajuste.

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.

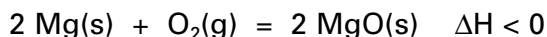
Desde el punto de vista *cuantitativo*, las ecuaciones químicas expresan la relación entre el número de partículas que intervienen en una reacción química: moléculas, átomos o iones, que en este caso se denominan entidades elementales.⁴ Para ello es imprescindible saber la clasificación de las sustancias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

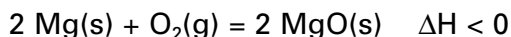
⁵ Cada entidad elemental de óxido de magnesio está constituida por un ion óxido, O^{2-} , y un ion magnesio, Mg^{2+} .

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.

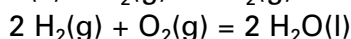
7.5 Obtención de óxidos. Reacciones de oxidación-reducción

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:

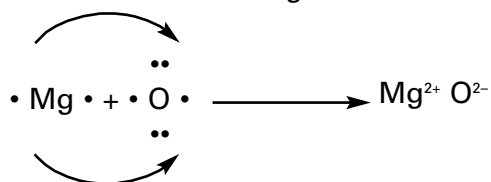


Ejemplos de reacciones de obtención de dos óxidos no metálicos:



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+} .

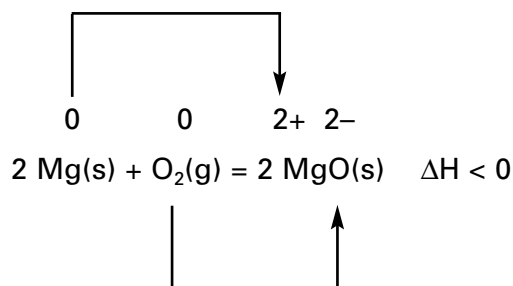
Si se tienen en cuenta los valores de electronegatividad de los átomos de magnesio (1,2) y del oxígeno (3,5), es posible entender que este último atrae fuertemente los electrones del enlace y que en la reacción ocurre una transferencia de electrones de los átomos de magnesio a los de oxígeno.



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.

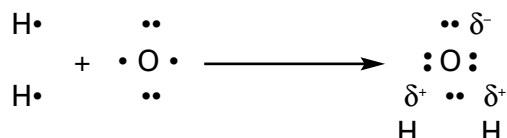
Aumentó el número de oxidación



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.

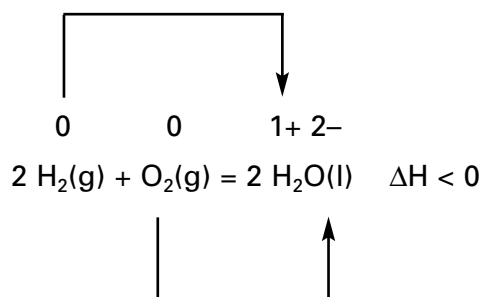
En todas las reacciones de obtención de óxidos a partir del dioxígeno con otra sustancia simple, el cambio químico se produce por desplazamientos de electrones (total o parcial). En unos casos, como el anterior, ocurre una transferencia de electrones de unos átomos a otros, formándose los respectivos 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

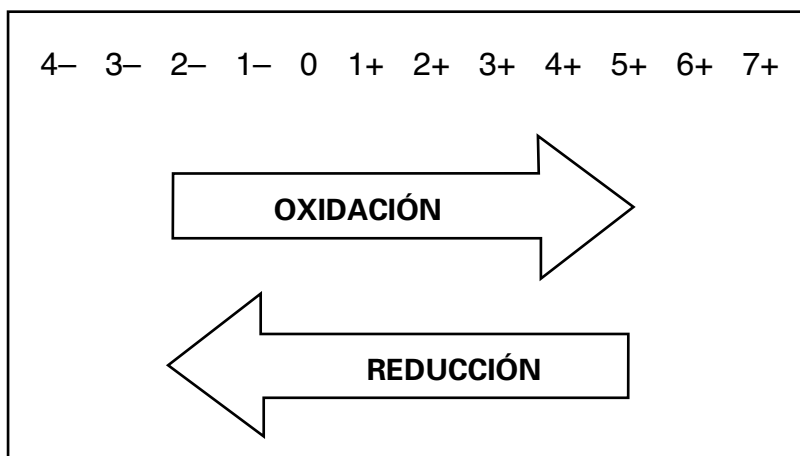


Disminuyó el número de oxidación

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 dioxígeno, 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.

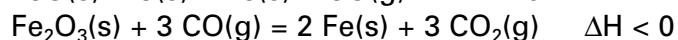
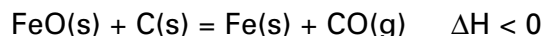
3. Localiza en un mapa los yacimientos minerales más importantes de Las Américas. Auxíliate del Atlas o consulta la bibliografía en los medios tecnológicos a tu disposición.
 - a) Investiga cuáles de estos yacimientos pudieran ser de óxidos.
 - b) Investiga la relación de estos con el desarrollo de cada 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

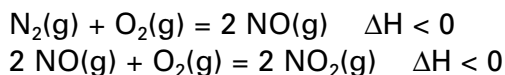
El dióxido de azufre es uno de los contaminantes más dañinos del aire. Es un gas incoloro, tóxico, de olor sofocante. Sobre todo, es el causante de la destrucción de la vegetación en zonas industriales en las que se queman combustibles que tienen un elevado contenido de impurezas de azufre o en las que 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 dióxígeno 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 educativo 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 absorbtiva) 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 dióxígeno. 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 dioxígeno; 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 dióxigeno 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 Siberia 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.