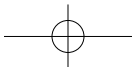
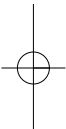
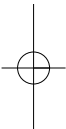


CUBIERTA



CIENCIAS NATURALES

OCTAVO GRADO

I PARTE

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

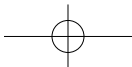
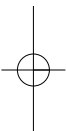
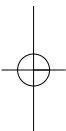
Capítulo 1 **Hacia un conocimiento más profundo de la naturaleza** / 9
Dr. C. Víctor Gutiérrez Cabrera y Dr. C. Julio Leiva Haza

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



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

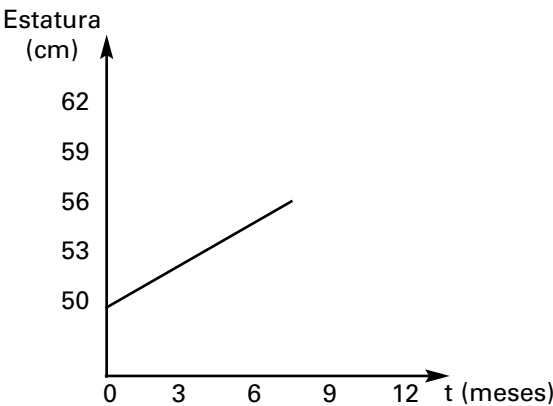
Al estudiar un sistema es necesario compararlo con otros, para ello se centra la atención en algunas de sus propiedades que son las que le interesan al investigador y le permiten establecer similitudes y diferencias. La hoja de un naranjo se puede comparar con la de un guayabo y apreciar la diferencia 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-

³ También 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 dióxigeno 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 dióxígeno, 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 dióxígeno 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 dióxígeno 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 dióxígeno, 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:

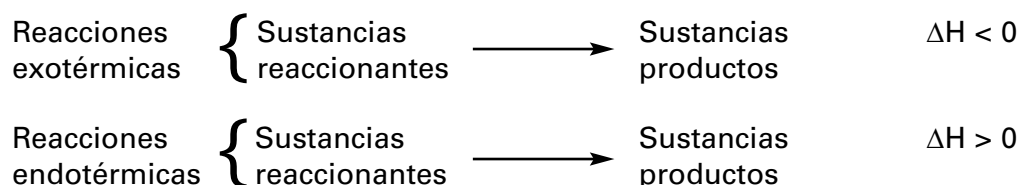
Si la reacción es exotérmica: ΔH es negativo o menor que cero ($\Delta H < 0$).

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:

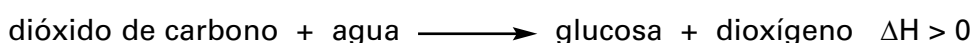


La saeta indica el sentido en que se realiza la reacción química, o sea, en que se transforman unas sustancias en otras. Si las sustancias reaccionantes o las productos son varias, entre sus nombres se escribe un signo positivo (+).

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 dióxígeno 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 dioxígeno 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 dioxígeno 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 dioxígeno y el trioxígeno están formados por moléculas. La diferencia radica en que cada molécula de dioxígeno consta de dos átomos de oxígeno (son diatómicas), mientras que cada molécula de trioxígeno 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).

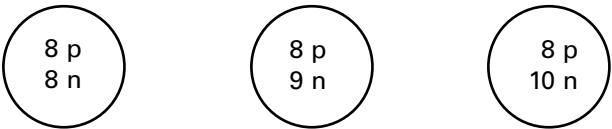


Fig. 3.1 Representación de núcleos de átomos de oxígeno.

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).

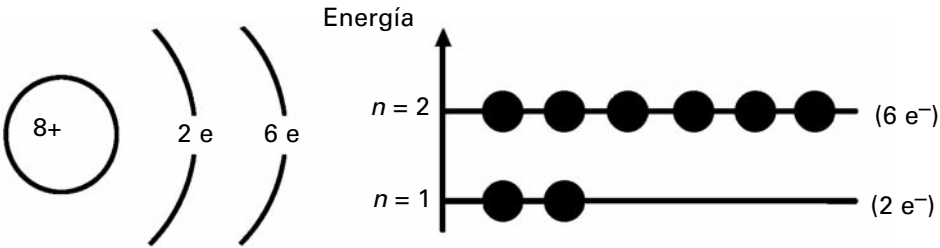


Fig. 3.2 Dos formas de representar la distribución electrónica del átomo de oxígeno.

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.

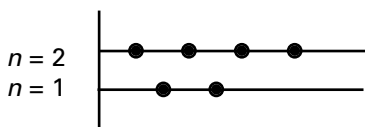
En los átomos de sodio, que poseen 11 protones en el núcleo, entonces dos electrones se sitúan en el primer nivel, ocho en el segundo y el último en el tercero.

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

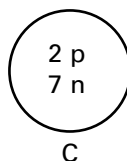
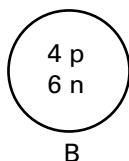
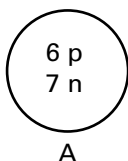
Como se puede apreciar, en los distintos átomos las partículas que lo constituyen difieren en su número y distribución.

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 periodos 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 (O₂) y el trioxígeno (O₃), 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.

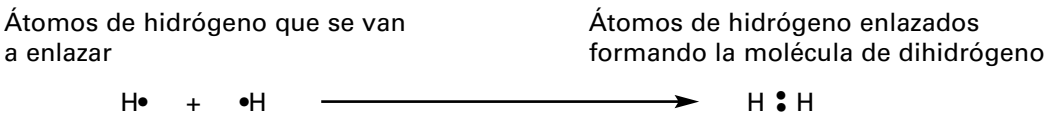
Esto es lo que ocurre entre los átomos de oxígeno en las moléculas de dioxígeno y del ozono, entre los átomos de hidrógeno en la molécula de dihidrógeno, entre los átomos de carbono y oxígeno en las moléculas de monóxido de carbono y dióxido de carbono, así como entre los átomos de hidrógeno y oxígeno 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 ≡ N
dihidrógeno	H ₂	H – H
agua	H ₂ O	<div>O</div> <div><div>H</div><div>H</div></div>
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 dioxígeno.

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 dioxígeno 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 dioxígeno (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 octa-zufre, 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 (O_2), el ozono (O_3), el dinitrógeno (N_2), uno líquido, el dibromo (Br_2), y otros sólidos, como el octazufre (S_8), el tetrafósforo (P_4), 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.

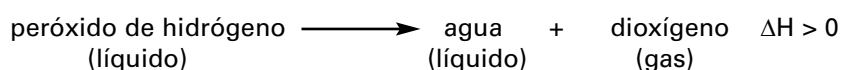
Existen otros no metales cuya nomenclatura y notación química es la misma que la de los metales. Entre estos se encuentran el carbono, el boro y el silicio.

TAREAS DE APRENDIZAJE

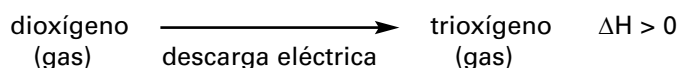
- Reflexiona acerca de las diferencias y semejanzas entre la nomenclatura y notación química de los símbolos químicos y de las sustancias simples.
- Representa la fórmula química de las sustancias simples siguientes y clasifícalas en metal o no metal: carbono, octazufre, oro, diyodo, magnesio, tetrafósforo 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:

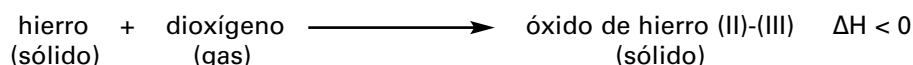


De esta misma manera se obtiene el ozono en la naturaleza: una descarga eléctrica donde haya dioxígeno en tiempos de tormenta produce mucho trioxígeno, cuyo olor "a tierra mojada" se reconoce en esas circunstancias.

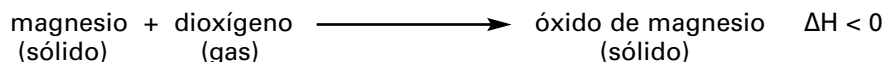
En cuanto a las propiedades químicas del dioxígeno se puede decir que este reacciona directamente con casi todas²⁴ las sustancias simples (metales y no metales) y con muchas sustancias compuestas.

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).



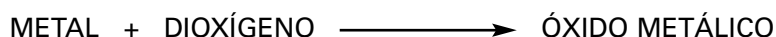
El magnesio reacciona con el dioxígeno formando una sustancia sólida de color blanco denominada óxido de magnesio con gran desprendimiento de luz y energía calorífica.



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.

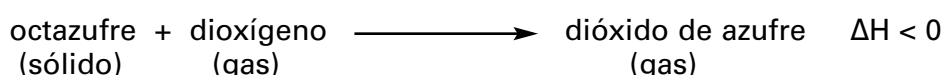
²⁵ El acero es una aleación de hierro y carbono.

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

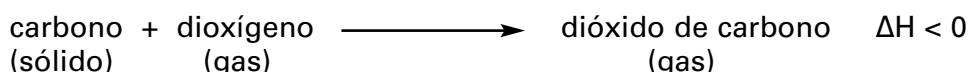


Reacción del dioxígeno con los no metales

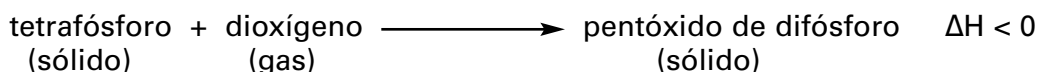
En una cucharilla de combustión se calienta a la llama una pequeña cantidad de octazufre en polvo hasta que comience a arder y después se introduce en un frasco que contenga dioxígeno. El octazufre continuará ardiendo, pero con una llama mucho más intensa de color azul. En esta reacción se obtiene un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



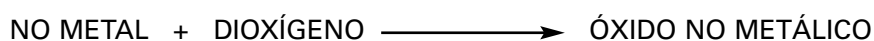
Un pedazo de carbono en una cucharilla de combustión se calienta a la llama hasta su temperatura de ignición. Al introducirlo en un frasco con dioxígeno, arderá intensamente formándose dióxido de carbono.



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 dioxígeno, arderá con una llama brillante y se formará un humo denso y blanco conocido como pentóxido de difósforo.

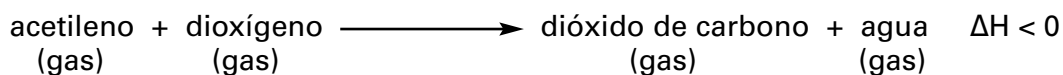
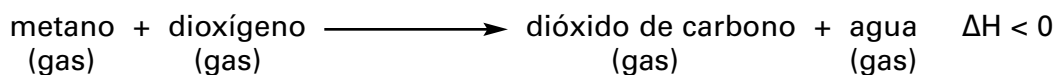


Los no metales reaccionan con el dioxígeno formando un óxido no metálico. De forma general esta reacción se puede representar así:



Reacción del dioxígeno con sustancias compuestas

El dioxígeno 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.

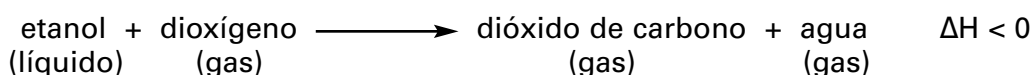
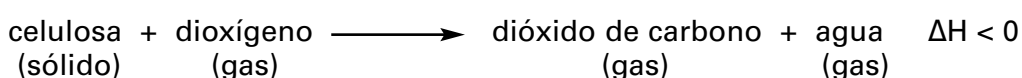


Los hidrocarburos reaccionan con el dioxígeno formando dióxido de carbono y agua con gran desprendimiento de energía mediante calor:

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.

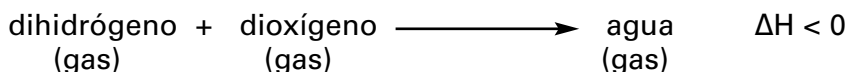
Al establecimiento de la Ley de conservación de la masa contribuyeron varios científicos, entre los que se destacaron el ruso M. V. Lomonosov (1711-1765) y el francés A. L. Lavoisier (1743-1794).

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.

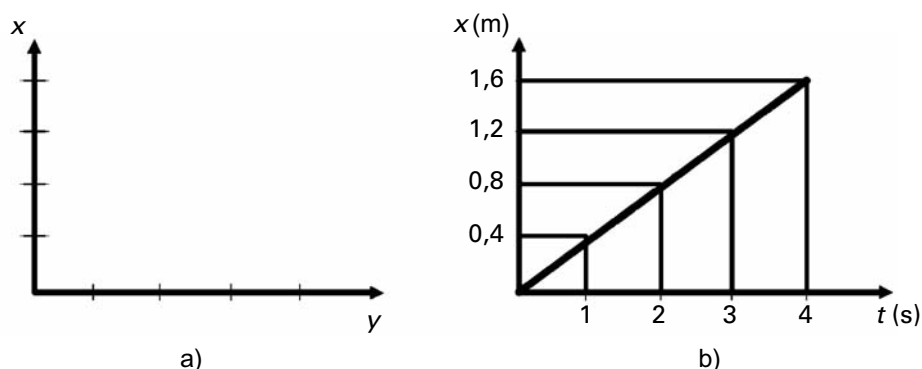


Fig. 4.1 a) Ejes coordenados, b) Representación gráfica de un movimiento rectilíneo y uniforme.

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.

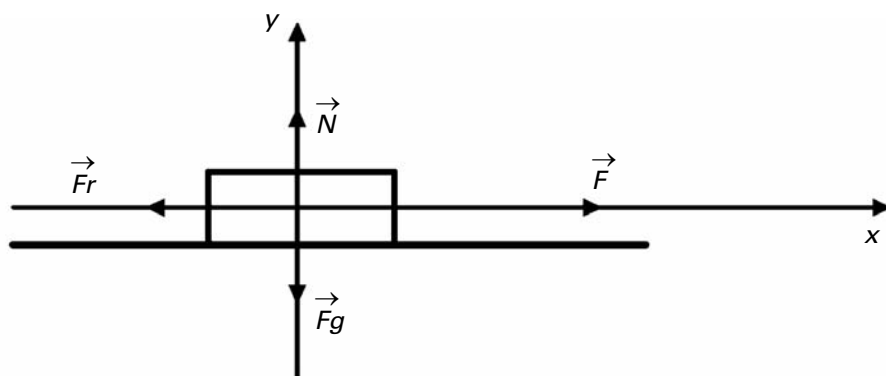


Fig. 4.2 Representación de fuerzas sobre un cuerpo.

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 $\text{kcal/kg}^{\circ}\text{C}$, la masa en kg, la temperatura en $^{\circ}\text{C}$ 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 Taitt 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.